

JOUNI TISSARI

Vanhustyönkeskuksen sisäilmaongelmien selvittäminen

ADUCATE REPORTS AND BOOKS 12/2010



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

*Aducate – Centre for Training
and Development*

JOUNI TISSARI

*Vanhustyönkeskuksen
sisäilmaongelmien
selvittäminen*

Aducate Reports and Books
12/2010

Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate
Itä-Suomen yliopisto
Kuopio
2010

Aihealue:
Rakennusten terveellisyys

Kopijyvä Oy
Kuopio, 2010

Sarjan vastaava toimittaja: Johtaja Esko Paakkola

Toimituskunta: Esko Paakkola (johtaja, KT), Jyri Manninen (prof., KT),
Lea Tuomainen (suunnittelija, proviisori), Tiina Juurela (suunnittelija,
TL) ja Helmi Kokotti (suunnittelija, RI/FT)

Myynnin yhteystiedot:
Sari.Zitting-Rissanen@uef.fi
puh. 040 5357 986

ISSN 1798-9116
ISBN 978-952-61-0063-0 (painettu)
ISBN 978-952-61-0064-7 (.pdf)

ABSTRACT

Tutkimuksessa on selvitetty Pielaveden Vanhustyönkeskuksen sisäilmaongelmia. Sisäilmaselvityksessä tehtiin rakennukseen kuntotarkastus, mikrobimäärittäyksiä ja muita erilaisia tutkimuksia ja selvityksiä. Sisäilmaongelmat johtuivat useasta erisyystä. Rakennuksen ilmanvaihto oli mitoitettu ja rakennettu alun perin liian pieneksi, ja suunniteltu asuinhuoneiden syrjäyttävään ilmanvaihtoon perustuva raitisilman sisääntulo ei toiminut. Lisäksi rakennuksessa oli erilaisia mikrobi- ja kosteusvaurioita.

AVAINSANAT:

Hiilidioksidipitoisuus, ilmamäärien mittaaminen, kosteusvaurio, sädesieni, ilmamäärät, kanavakoko.

ABSTRACT

In this study, the indoor air problems in a centre of work with the aged, Vanhustyökeskus, in Pielavesi were investigated. The ventilation and construction inspections, microbial and VOC determinations and infrared inspections were performed in the building. The problems were caused by various reasons. The ventilation of the building was originally designed and realized to be less effective than the regulations demand. In addition, a fresh air intake based on replaced ventilation in the rooms did not work. Further, there were different microbial and moisture damages in the building.

KEY WORDS:

Carbon dioxide concentration, measurement of air flows, moisture damage, actinomycete, amount of air, duct size.

Esipuhe

Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään Pielaveden Vanhustyönkeskuksen sisäilmaongelmia. Tutkimuksen kohde oli haastava pelkästään jo rakennuksen suureen koon vuoksi. Tämän vuoksi tehtiin MM-40 kysely, jonka pohjalta arvioitiin alueet, joista tehtiin tarkemmat tutkimukset.

Kohde osoitti, että yhtä ainoaa ongelmaa ei ole, vaan sisäilmaongelmat muodostuvat useamman tekijöiden summana.

Haluan kiittää Pielaveden kuntaa ja Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyön kuntayhtymää saamastani tuesta tämän tutkimuksen suorittamiseksi. Kiitän myös ohjaajiani professori Ralf Lindbergiä ja suunnittelija Helmi Kokottia hyvistä vinkeistä raportin aikaan saamiseksi. Lisäksi haluan kiittää omaa kotiväkeä pitkämielisyydestä opintojani kohtaan.

Sisällysluettelo

1. Johdanto	13
1.1 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET	14
1.1.1 Terveydelliset määräykset ja ohjeet	14
1.1.2 Rakenteelliset määräykset ja ohjeet.....	16
1.1.3 Raja- ja ohjearvot.....	21
1.1.3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet	22
ja niiden tulkinta	22
1.1.3.2 Yleistä haihtuvista orgaanisista yhdisteistä.....	24
1.1.3.3 Hiilidioksidi.....	25
1.1.3.4 Sisäilman lämpötila	25
1.1.3.5 Sisäilman kosteus.....	26
1.1.3.6 Paine-ero	27
 2. Tutkimuksen tavoite	 28
 3. Tutkimuskohde	 28
3.1 YHTEENVETO AIEMMISTÄ TUTKIMUKSISTA KOHTEESSA	28
3.1.1 Rakennustekniset tiedot.....	29
3.1.1 Ilmanvaihtojärjestelmä kohteessa.....	32
3.1.2 Yhteenveto aikaisemmista ongelmista	33
3.1.2 Aukkaiden oireilu	33
 4. Tutkimusmenetelmät	 34
4.1 KUNTOTARKASTUS.....	34
4.2 LÄMPÖKUVAUS	34
4.3 ILMANVAIHDON MITTAUKSET JA PUHTAUDEN ARVIOINTI	34
4.4 RAKENNUKSEN PAINEOLOSUHTEET	34
4.5 LÄMPÖTILOJEN JA SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUKSET	35
4.6 HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET	35
4.7 HIILIDIOKSIDIPITOISUUS	35
4.8 MIKROBIPITOISUUDET	35
4.8.1 Pintojen mikrobipitoisuudet.....	35
4.8.2 Materiaalinäytteen mikrobipitoisuudet.....	36
4.9 OIRE- JA TYÖOLOSUHDEKYSELYT	36

5. Rakennuksen tutkimustulokset.....	37
5.1 KUNTOTARKASTUS.....	37
5.1.1 Perustukset, alapohja, rakennuksen vierusta	37
5.1.2 Ulkoseinät ja julkisivut	41
5.1.3 Ikkunat, ovet ja vesipellititys	41
5.1.4 Yläpohja, ullakko, vesikatto ja sen varusteet	41
5.1.5 Märkä- tai kosteat tilat	43
5.1.6 Keittiö.....	45
5.1.7 Muut sisätilat	45
5.2 MIKROBINÄYTTEET	46
5.2.1 Pintapyyhintänäytteet	46
5.2.2 Materiaalinäyte.....	48
5.2.3 Mikrobitulosten tarkastelu.....	49
5.3 SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUSTULOKSET.....	51
5.3.1 VOC- mittauksen tulokset	51
5.3.1.1 VOC tulosten tarkastelu.....	52
5.3.2 Hiilidioksidipitoisuus	53
5.3.2.1 Hiilidioksidimittauksen johtopäätökset.....	56
5.3.3. Oirekyselyt.....	58
5.3.4 Lämpökuvaus	59
5.3.4.1 Lämpökuvauksen tulokset ja johtopäätökset	64
5.4 ILMANVAIHDON MITTAUKSET JA PUHTAUDEN ARVIOINTI	64
5.4.1 Ilmanvaihdon mittauksien ja puhtauden arvioinnin johtopäätökset	67
5.5 RAKENNUKSEN PAINEOLOSUHTEET.....	69
5.6 LÄMPÖTILAN JA SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUS.....	70
 6. Yhteenvedo ja johtopäätökset	 74
7 Korjaussuosituksset.....	77
8. Lähdeluettelo.....	78
9. Liitteet.....	79

Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Mikrobin pyyhintänäytteiden tulokset työntekijöiden taukokuoneesta, Hopeahovin ja hoivaosaston välisestä käytävästä, saunan pukuhuoneesta ja ryhmäkoti Ilonasta (referensinäyte)

Taulukko 2. Mikrobin pyyhintänäytteiden tulokset yöpartion taukokuoneen lattian ja seinän sekä ikkunan karmin ja seinärakenteen välisten rakojen ympäriltä

Taulukko 3. Mikrobin materiaalinäytteen tulokset terveyskeskuksen ja vanhustyönkeskuksen välisen yhdyskäytävän kosteusvaurioituneesta seinän pintmateriaalista

Taulukko 4. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonais- ja pääkomponenttipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eri mittauspisteistä.

Taulukko 5. Viiden hengen huoneen hiilidioksidipitoisuuden loggerointi

Taulukko 6. Huoneen 104 hiilidioksidipitoisuuden loggerointi

Taulukko 7. Rakentamisvuoden D2 määräysten mukaiset ilmamäärät, suunnittelijan suunnittelemat ilmamäärät, mitatut ilmamäärät ja vuoden 2003 D2 mukaiset ilmamäärät

Taulukko 8. Työntekijöiden taukokuoneen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan loggerointi

Taulukko 9. Ryhmäkoti Ilonan suhteellisen kosteuden ja lämpötilan loggerointi

Taulukko 10. Ulkoilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan loggerointi

Kuvaluettelo

Kuva 1. Puurunkoisen ulkoseinän ja perustuspalkin leikkaus

Kuva 2. Tuplatiilirakenteisen ulkoseinän ja perustuspalkin leikkaus

Kuva 3. Kuivan tilan lattiarakenne

Kuva 4. Märkätilojen lattiarakenne

Kuva 5. Pohjakuva rakennuksen eteläpäädyssä

Kuva 6. Paikoin maanpinta laskeutuu rakennukseen päin

Kuva 7. Syöksytorvien alta vedet ohjautuvat rakennuksen vierelle lisäten perustuksen kosteuskuormitusta

Kuva 8. Tunnelin yläpuolelle ohjattu sadevesiä

Kuva 9. Sokkelissa kalkkikertymää

Kuva 10. Tunnelin sisäkatossa kosteuden aiheuttamia vaurioita

Kuva 12. Tunnelin seinässä kosteuden aiheuttamaa kalkkikertymää

Kuva 13. Tunnelin sisäkaton akustolevyissä kosteuden aiheuttamia jälkiä

Kuva 14. Kaikki yläpohjassa olevat kanavat ja putket on eristetty

Kuva 15. Yläpohjan puurakenteissa ei havaittu normaalista poikkeavaa tummumista

Kuva 16. Yleiskuva vesikatolta

Kuva 17. Kattoikkuna

Kuva 18. Lattian muovilaatat koholla pesuhuoneen ympärillä

Kuva 19. Pesuhuoneen ulkopuolen tiiliseinässä kosteuden aiheuttamaa kalkkikertymää

Kuva 20. Lattian ja seinän rajakohdassa rako

Kuva 21. Ikkunapenkin ja ikkunan karmin välissä rako

Kuva 22. Terveyskeskuksen ja vanhustyönkeskuksen yhdystunnelissa oleva vaurio

Kuva 23. Käytävän lattiassa oleva kupru

Kuva 24. Eri aikakauden mitoitus sekä mitatut tulo- ja poistoilmamäärät

Kuva 25. Iv- kanavat olivat puhtaita

Kuva 26. Vesi- ja voiteluainejäämiä TK 1:n lämmön talteenottokammion pohjalla

Kuva 27. Vesi- ja voiteluainejäämiä TK 2:n lämmön talteenottokammion pohjalla

Kuva 28. Iv- konehuoneen lattiakaivo likainen

Keskeiset lyhenteet ja symbolit

Aktinomykeetti	Aktinomykeetit eli sädesienet ovat Actinomycetales-lahkoon kuuluvia bakteereita, joilla on kyky muodostaa rihmastoja ja itiöitä.
Diffuusio	(Vesihöyryn diffuusio) Vesihöyryn osapaineiden aiheuttama vesihöyryn siirtyminen suuremmasta osapaineesta pienempään.
Indikaattorilaji	Kosteusvaurioindikaattori tai –indikaattorilaji. Mikrobeja, joita ei pitäisi esiintyä sellaisten rakennusten sisäilmassa, joissa ei ole kosteusongelmaa. Indikaattorilajin esiintyminen sisäilma-, pinta-, tai materiaalinäytteessä viittaa aina mahdolliseen kosteusvaurioon, ellei sen esiintymiseen voida osoittaa muuta syytä.
Ilmanvaihto	Tapahtuma, jossa tilaan tulee ja sieltä poistuu ilmaa. Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää tilassa sopivaa ilman laatua. Ilmanvaihto voi toimia koneellisesti tai painovoimaisesti.
Kuntoarvio	Selvitys, jossa aistinvaraisten menetelmien ja kokomusperäisten tietojen perusteella esitetään suuntaa-antava arvio rakennuksen vauriotilanteesta.

Kuntotutkimus	Tutkimus, jossa selvitetään rakenteiden, rakennusosien ja koneteknisten järjestelmien kunto mittausten ja rakenteiden yksityiskohtaisten tutkimisen avulla.
Mikrobi	Yksisoluisia organismeja, joihin kuuluvat mm. bakteerit ja mikrosienet. Mikrosieniä ovat mm. homesienet ja hiivat.
Mikrobikasvusto	Rakennuksen sisäpinnoilla tai rakenteiden sisällä kasvava home-, hiiva- tai bakteerikasvusto, joka on silminnähtävää tai varmennettu mikrobiologisten analyysien avulla.
Mikrobilajisto	Mikrobiryhmä, kuten homesienisuku, bakteerit ja aktinomyketit eli sädesienet.
Oleskeluvyöhyke	On huoneen osa, joka rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 m korkeudella ja sivupinnat ovat 0,6 m etäisyydellä seinistä.
VOC	(volatile organic compound) Haihtuva orgaaninen yhdiste.
Suhteellinen kosteus RH %	Kostean ilman vesihöyryn osapaineen suhde kylläisen vesihöyryn paineeseen samassa lämpötilassa.
Vedeneriste	Rakenne, joka saumoineen ja tukirakenteineen kestää vähintään 300 mm:n vedenpaineen.

1. Johdanto

Sisäilmasto-ongelmat syntyvät monista tekijöistä. Sisäilmaongelmien taustalla on yleensä aina useita samanaikaisia tekijöitä. Lähes kaikissa sisäilmastoselvityksissä nousevat esiin lämpöolojen hallitsemattomuus, liian korkea ilman lämpötila tai veto, sekä ilmastoinnin toimimattomuuteen liittyvät tekijät. Näiden lisäksi rakennuksessa voi olla rajallisia kosteusvaurioita, sopimattomia pintamateriaaleja tai siivouksen laiminlyönneistä aiheutuvia ongelmia. Kaikkien näiden seurauksena ihmiset aistivat ilman laadun huonoksi ja kokevat erilaisia oireita. Sisäilmasto-ongelmat näyttävät saavan eri aikoina erilaisia korostuksia, milloin pääasialliseksi syyksi koetaan lastulevyjen formaldehydi, milloin kokolattiamatot ja viime vuosina kosteusvauriot. Näidenkin ongelmien yhteydessä on huomioitava muiden tekijöiden rooli, jotta toimenpiteiden osuvuus ja tehokkuus olisi mahdollisimman korkea.

Vaikka varsinaisia homeiden aiheuttamia allergisia sairauksia esiintyy vähän, yleisesti esiintyvät huonoon sisäilman laatuun liittyvät ärsytysoireet alentavat työtehoa ja -tyytyväisyyttä. Sama koskee muista sisäilmastotekijöistä aiheutuvia oireita, joita on kutsuttu myös ns. sairas rakennus -oireyhtymäksi. Ylimääräiset palaverit, sairauspoissaolot ja selvittämättömään tilanteeseen liittyvät pelot vaikuttavat myös työn tuottavuuteen. Kaikki nämä tuovat lisäkustannuksia ja mikä pahinta, myös vauriot ovat voineet tänä aikana lisääntyä. Vaurioiden aikainen korjaaminen on myös rakennuksen kannalta halvempaa kuin odottelu. Monet keskeiset sisäilmaston laatuun vaikuttavat tekijät kuten lämpöolot on helppo arvioida ja säätää kiinteistönhuollon toimesta. (Palomäki E. ym., 2002)

1.1 MÄÄRÄYKSET JA OHJEET

1.1.1 Terveydelliset määräykset ja ohjeet

Terveydensuojelulaki (763/94) Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset.

26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

Terveydensuojeluasetus (1280/94) Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset.

15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisuuden valvonta, on kiinnitettävä huomiota niin, että rakennus on, ottaen huomioon sen käyttötarkoitus, riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys.

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 2 Luku 8 § ”Työnantajan yleiset velvollisuudet”

Työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tässä tarkoituksessa työnantajan on otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat.

Huolehtimisvelvollisuuden laajuutta rajaavina tekijöinä otetaan huomioon epätavalliset ja ennalta arvaamattomat olosuhteet, joihin työnantaja ei voi vaikuttaa, ja poikkeukselliset tapahtumat, joiden seurauksia ei olisi voitu välttää huolimatta kaikista aiheellisista varotoimista.

Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava työolosuhteiden parantamiseksi tarvittavat toimenpiteet. Tällöin on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavia periaatteita:

- 1) vaara- ja haittatekijöiden syntyminen estetään;
- 2) vaara- ja haittatekijät poistetaan tai, jos tämä ei ole mahdollista, ne korvataan vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla;
- 3) yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä; ja
- 4) tekniikan ja muiden käytettävissä olevien keinojen kehittyminen otetaan huomioon.

Työnantajan on jatkuvasti tarkkailtava työympäristöä, työyhteisön tilaa ja työtapojen turvallisuutta. Työnantajan on myös tarkkailtava toteutettujen toimenpiteiden vaikutusta työn turvallisuuteen ja terveellisyys.

Työnantajan on huolehdittava siitä, että turvallisuutta ja terveellisyttä koskevat toimenpiteet otetaan huomioon tarpeellisella tavalla työnantajan organisaation kaikkien osien toiminnassa.

Sosiaali- ja terveysministeriön opas 1:2003 Asumisterveysohje:

Ihmisen kokemaan lämpöaistimukseen vaikuttavat huoneilman lämpötila, lämpösäteily, ilman virtausnopeus ja kosteus sekä vaatetus ja ihmisen toiminnan laatu. Lämpöolot vaikuttavat suoraan viihtyvyyteen. Pitkäaikainen veto ja viileys saattavat aiheuttavat terveyshaittaa. Jos ilman sisältämä kosteus tiivistyy pistemäisestikin rakenteiden kylmään pintaan, kosteusvaurioiden mahdollisuus lisääntyy.

Lattian alhainen pintalämpötila voi olla lapsille ja aikuisillekin haitallinen. Haitan suuruus riippuu vaatetuksesta, lattiamateriaalin lämmönjohtavuudesta, kylmistä lattian suuntaisista ilmapirtauksista ja altistuksen kestosta. Seinä- ja kattopintojen viileys ei yleensä aiheuta terveyshaittaa, jos jäljempänä ilmoitetut lämpötilojen välttävän tason arvot eivät alitu. Suuret lämpötilaerot laajoilla seinäpinnoilla voivat kuitenkin aiheuttaa lämpösäteilyn epäsymmetrisyyttä. Tämä puolestaan johtaa viihty-

vyiden vähenemiseen, ja pitkään jatkuessaan siitä voi myös aiheutua terveyshaittaa asunnossa oleskeleville. Jos huoneilma on lämmityskaudella liian lämmintä, se voi lisätä väsymistä, keskittymiskyvyn alenemista, hengitystieoireilua ja aiheuttaa kuivuuden tunnetta, mikä johtaa usein turhaan ilmastutukseen. Liian korkea lämpötila voi myös kiihdyttää kaasumaisten epäpuhtauksien vapautumista lähteistään.

1.1.2 Rakenteelliset määräykset ja ohjeet

Maankäyttö- ja rakennuslaki 17 luku 117§

Rakentamiselle asetettavat vaatimukset. Rakennuksen tulee soveltua rakennettuun ympäristöön ja maisemaan sekä täyttää kauneuden ja sopusuhtaisuuden vaatimukset. Rakennuksen tulee sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla täyttää rakenteiden lujuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön, käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset (*olennaiset tekniset vaatimukset*). Rakennuksen tulee olla tarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa sekä, sen mukaan kuin rakennuksen käyttö edellyttää, soveltua myös sellaisten henkilöiden käyttöön, joiden kyky liikkua tai toimia on rajoittunut. Korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä. Rakentamisessa tulee lisäksi muutoinkin noudattaa hyvää rakennustapaa.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2:

1.2 Olennainen vaatimus

1.2.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveysriskiä kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille. Rakennuksen näiden ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisesta kohtuullisen käyttöajan ajan.

1.4 Rakennuksen kosteustekninen toiminta

1.4.1

Rakenteet ja LVI-järjestelmät on tehtävä siten, ettei sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi tai lumi haitallisesti tunkeutuu rakenteisiin ja rakennuksen sisätiloihin. Tarvittaessa rakenteen on kyettävä kuivumaan haittaa aiheuttamatta tai rakenteen kuivattamiseen esitetään suunnitelmissa menetelmä.

1.4.7

Pinnoiltaan kastuvien rakenteiden on kestävä veden vaikutus. Haitallinen veden valuminen rakenteiden sisään tai läpi estetään.

Rakentamismääräyskokoelma D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.

D2 1978

Kohta 2.1.1 Rakennuksessa on oltava tilakohtaisen käyttötarkoituksen mukainen riittävä ilmanvaihto, jolla voidaan aikaansaada tyydyttävä sisäilman laatu.

Kohta 2.1.2 Ilmanvaihto on järjestettävä siten, että pilaantunut, etenkin terveydelle haitallinen ilma mahdollisimman tehokkaasti poistuu muodostumispaikkansa luota leviämättä tarpeettomasti kyseiseen huoneeseen ja muihin huonetiloihin.

Kohta 2.2.1 Tulo- ja poistoilmavirtojen on oltava riittäviä ilmanvaihdon turvaamiseksi. Tuloilmassa on oltava tarpeellinen osuus ulkoilmaa.

Kohta 2.3.2 Tuloilman jako huonetiloihin tulee järjestää siten, että ilma jakaantuu riittävän tasaisesti huonetilaan ja ettei haitallista vetoa aiheudu.

Kohta 3.1.1 Koneellinen ilmanvaihtolaitos on suunniteltava ja rakennettava siten, että se toimii hyvin tavanomaisissa sääolosuhteissa ja muulloinkin riittävästi.

D2 1987

Kohta 2.1.1 Huonetilojen oleskeluvyöhykkeellä on kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja tilakohtaisen käyttötavan mukaisissa käyttötilanteissa saavutettava tyydyttävä sisäilmasto.

Kohta 2.3.1 Sisäilmassa ei saa esiintyä haitallisessa määrin kaasumaisia tai hiukkasmuodossa olevia epäpuhtauksia eikä mikro-organismeja.

Kohta 3.5.1 Tuloilma on johdettava huonetiloihin siten, että ilma virtaa koko oleskeluvyöhykkeelle vedottomasti ja tehokkaasti kaikissa käyttötilanteissa. Likaantunut ilma ei saa palautua haitallisessa määrin takaisin oleskeluvyöhykkeelle.

Kohta 3.6.1 Ilmanvaihtojärjestelmä on valittava rakennuksen käyttötarkoituksen ja käytön perusteella siten, että tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa sisäilma on tyydyttävä.

D2 2003

Kohta 2.1.1 Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto.

Kohta 2.3.1 Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sisäilmassa ei esiinny terveydelle haitallisessa määrin kaasuja, hiukkasia tai mikrobeja eikä viihtyisyyttä alentavia hajuja.

Sisäilmastoluokitus 2008

Sisäilmastoluokitus 2008 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin apuna, kun rakennetaan entistä terveellisempiä ja viihtyisä-

piä rakennuksia. Uuden ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksessa käytetään kahta puhtausluokkaa (P1 ja P2). Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen tavoitteena on varmistaa, että uuden järjestelmän läpi virtaava tuloilma on puhdasta eikä sisällä terveydelle haitallisia aineita, epämiellyttävää hajua tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokan P1 vaatimukset (Sisäilmayhdistys 2001) ovat seuraavat:

- Tuloilmakanavat ja kanavanojat on tehty puhtausluokitelluista ilmanvaihtotuotteista tai työmaalla vastaavaan tasoon puhdistetuista muista tuotteista.
- Tiivistemateriaaleina käytetään rakennusmateriaalien päästöluokkaan M1 ja M2 luokiteltuja tai muuten emissioiltaan alhaisiksi tunnettuja materiaaleja.
- Luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo saa olla enintään 1,0 g/m² suodatinmenetelmällä mitattuna (Pasanen ym. 1999 b).
- Laitoksessa ei käytetä palautusilmaa lukuun ottamatta vain yhtä asuntoa palvelevia ilmanvaihtokoneita.
- Ilmanvaihtokoneiden tuloilmapuolelle asennetaan puhtausluokiteltu suodatin, jonka erotusaste vastaa vähintään luokkaa F8/EU 8 ja joka on lisäksi varustettu EU 3 – luokan esisuodattimella.

Puhtausluokassa P2 saa luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymän keskiarvo olla enintään 2,5 g/m² suodatinmenetelmällä mitattuna (Pasanen ym. 1999 b).

Uudessa luokituksessa on hyvä sisäilmaston perustasoksi määritelty S2-luokka. Sen tavoitteet kuvaavat nykytiedon valossa hyviä lämpöoloja ja ilman laatua sekä ääni- ja valaistusolosuhteita. S1-luokka eroaa S2:sta lämpöolojen ja valaistuksen yksilöllisen säädön osalta ja lisäksi ihmisperäisten epäpuhtauksien määrä on pienempi. Lisäksi olosuhteet pysyvät S1-luokassa S2-luokkaa paremmin tavoitteiden mukaisina.

Sisäilmastoluokkien kuvaukset:

S1: Yksilöllinen sisäilmasto:

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllälämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto:

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllälämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto:

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista tai tarvittaessa määritellä jonkin suureen arvo.

Oleskeluvyöhykkeen suurin sallittu vetokäyrä.

Ratu-kortti 1213-S Rakennuksen lämpökuvaus.

1.1.3 Raja- ja ohjearvot

Työympäristön bakteeri- ja sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa terveysperusteisia raja-arvoja, joten mikrobituloksia on tulkittava työpaikkakohtaisesti.

Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja sisäympäristön ongelmien tunnistamises-
sa tavanomaisissa toimistotyöympäristöissä.

Mikrobit:

Ilmanäytteet talviaikana:

Homeet > 50 cfu / m³ Kohonnut sieni-itiöpitoisuus viittaa sisäilman epätavanomai-
seen mikrobilahteeseen. (mikrobikasvuston esiintyminen rakenteissa todennäköistä)

Bakteerit > 600 cfu / m³. Kohonnut bakteeripitoisuus viittaa riittämättömään ilman-
vaihtoon tai sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.

Aktinobakteerit > 5 cfu / m³ Kohonnut pitoisuus viittaa sisäilman epätavanomaiseen
mikrobilahteeseen.

Materiaalinäytteet:

Sieni-itiöpitoisuus 10 000 cfu / g . Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän
sienikasvustoa, kun näytteen sieni-itiöpitoisuus on suurempi kuin 10 000 cfu / g. Jos
näytteen sieni-itiöpitoisuus on pienempi kuin 10 000 cfu / g, yksinomaan sieni-
itiöpitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin kasvustosta,
vaan myös lajistoa on tarkasteltava.

Bakteeripitoisuus 100 000 cfu / g. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 cfu /
g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa.

Aktinobakteeripitoisuus 500 cfu / g. Jos aktinobakteeripitoisuus on suurempi kuin
500 cfu / g, se viittaa aktinobakteerikasvustoon.

Vauriopinnan pintanäytteet:

Sieni-itiöpitoisuus < 10 cfu / cm². Puhtailla pinnoilla sieni-itiöpitoisuus on yleensä
alle 10 cfu / cm².

Sieni-itiöpitoisuus > 1000 cfu / cm². Poikkeava pitoisuus on samalla vähintään 100 kertaa suurempi pitoisuus kuin ns. vertailunäytteessä. (silmämääräisesti vaurioitumaton, puhdas pinta, riittävän kaukana vauriokohdasta).

Aktinobakteeripitoisuus. Aktinobakteeri-itiöpitoisuus katsotaan poikkeavaksi, jos pitoisuus on 10 kertaa suurempi kuin vertailupinnalla. Jos rakenteen pinnalla on tällaista poikkeavaa mikrobikasvua, voidaan terveyshaittaa pitää todennäköisenä.

Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona on 21 °C ± 1 °C ja kesäkaudella 23 °C ± 1 °C. Rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila saa yleensä olla korkeampi kuin 25 °C (Rakentamismääräyskokoelma D2, 2003).

Sisäilmastoyhdistyksen tavoitearvo sisäilman suhteelliselle kosteudelle on lämmityskaudella 25 - 45 % (Sisäilmastoluokitus 2000).

Lämpötilatavoitteet sisäilmastoluokitus 2008

Lämpötilojen osalta tavoitetasot esitetään Sisäilmastoluokitus 2008:ssa kesä- ja talvitalanteiden lisäksi myös välikaudelle, jolloin ulkolämpötila on 0...20 °C. Lämpötilan tavoitetasot on asetettu viime vuonna ilmestyneen EN 15251:2007 sisäilmastandardin mukaan. Lisäksi on otettu huomioon Tuottava Toimisto 2005 -hankkeen tulokset: kesällä työtehon lasku alkaa lämpötilan ylittäessä 25 °C.

S1- ja S2-luokkien lämpötilan tavoitetasot ovat samat, mutta S1-luokassa lämpötilan tulee olla yksilöllisesti säädettävissä ja pysyä S2-luokkaa paremmin tavoiterajojen sisällä. S2-luokassa on kesällä hieman korkeampi lämpötilan yläraja, jolloin voidaan pärjätä ilman koneellista jäähdytystä.

1.1.3.1 Asumisterveysohjeen antamat pintalämpötilaohjeet ja niiden tulkinta

Ohjearvojen hyvä taso vastaa pääosin uudisrakentamiselle asetettuja, rakentamismääräyskokoelman mukaisia vähimmäisvaatimuksia. Asuntojen ja muiden oleskelu-

tilojen kunnossapidossa ja käytössä tulee pyrkiä vähintään tähän tasoon. Ohjearvojen välttävän tason alittuminen voi aiheuttaa terveyshaittaa.

Lämpötilaindeksillä voidaan arvioida rakennuksen vaipan lämpötekniistä toimivuutta. Seinän ja lattian pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötilojen mittauksia ei voida tehdä $-5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$:n ulkolämpötilassa, ts. jos ulkolämpötila on alle -5 °C tai yli -5 °C (maks. $+5\text{ °C}$) mittaustoleranssi huomioon ottaen.

Lämpötilaindeksi määritellään seuraavasti:

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 [\%]$$

TI=lämpötilaindeksi

T_{sp} =sisäpinnanlämpötila, °C

T_i =sisäilmanlämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

Lämpötilaindeksin laskemiseksi on määritettävä huoneilman lämpötila, ulkoilman lämpötila ja sisäpinnan (seinä tai lattia) lämpötila. Seinän välttävän tason lämpötilaindeksi on = 81 % ja hyvän tason lämpötilaindeksi on = 87 %. Vastaavasti lattian välttävän tason lämpötilaindeksi on = 87 % ja hyvän tason lämpötilaindeksi on = 97 %. Seinän ja ulkovaipan liitoskohtien sekä läpivientien pistemäistä lämpötilaa kuvaava välttävän tason lämpötilaindeksi on = 61 % ja hyvän tason = 65 %. Sijoittamalla mitatut suureet edellä mainittuun kaavaan ja ratkaisemalla siitä lämpötilaindeksi, voidaan seinän lämpötekniillinen kunto arvioida lämpöviihtyvyyden ja terveyshaitan kannalta. Matalat pintalämpötilat johtuvat eristevirheistä, rakenteellisista kylmäsilloista, höyrynsulun puutteista ja ilmavuodoista sekä niiden yhdistelmistä. Ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmän toiminta vaikuttaa myös pintalämpötiloihin.

1.1.3.2 Yleistä haihtuvista orgaanisista yhdisteistä

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrynpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50- 250 °C asteen välissä.

VOC yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Ne voivat olla peräisin luonnosta, liikenteen pakokaasuista, liuotinaineista ja energian tuotannosta. Lisäksi niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi, ihmisen ja eläinten aineenvaihdunta jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetoni, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC- yhdisteitä. Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC- yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, tavallisesti 10-600 µg/m³.

Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC- pitoisuustasot ovat useita kerta-luokkia suurempia. VOC- päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrynpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC- yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC- yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC- yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojavarustusta.

1.1.3.3 Hiilidioksidi

Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa sisäilmaan hiilidioksidia (CO_2) ja muita epäpuhtauksia. Se lasketaan sisäilman epäpuhtaudeksi, mutta itse asiassa se kertoo huonosta ilmanvaihdosta ja sitä kautta sisäilmaan kerääntyvistä muista epäpuhtauksista. Nämä epäpuhtaudet ovat pääasiassa ihmisperäisiä. Hiilidioksidin pitoisuus kasvaa korkeaksi usein makuuhuoneessa yön aikana. Tällöin syynä on riittämätön ilmanvaihto.

Asumisterveysohjeen mukaan sisäilma ei enää täytä terveydensuojelulain vaatimuksia, jos hiilidioksidipitoisuus on yli 2 700 mg/m³ eli 1 500 ppm. Jo tätä pienemmät pitoisuudet voivat aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista. Tyydyttävän ilmanlaadun rajana pidetään 1200 ppm:n pitoisuutta.

Suomen rakentamismääräyskokoelman D 2 mukaan Sisäilman hiilidioksidin pitoisuus tavanomaisissa sääoloissa ja huonetilan käyttöaikana on yleensä enintään 2160 mg/m³ (1200 ppm). Sisäilmaston suunnitteluvarvona pidetään enintään 8 mg/ ilma m³.

1.1.3.4 Sisäilman lämpötila

Ihmisen kokemaan lämpöaistimukseen vaikuttavat huoneilman lämpötila, lämpösäteily, ilman virtausnopeus ja kosteus sekä vaatetus ja ihmisen toiminnan laatu. Lämpöolot vaikuttavat suoraan viihtyvyyteen. Pitkäaikainen veto ja viileys saattavat aiheuttaa terveyshaittaa. Jos ilman sisältämä kosteus tiivistyy pistemäisestikin rakenteiden kylmään pintaan, kosteusvaurioiden mahdollisuus lisääntyy. Kylmät pesu- ja saunatilat vähentävät asumisviihtyvyyttä, lisäävät rakenteiden kosteusrasitusta ja saattavat aiheuttaa kosteusvaurion ja sen seurauksena mikrobikasvuston syntymisen. Lattian alhainen pintalämpötila voi olla lapsille ja aikuisillekin haitallinen. Haitan suuruus riippuu vaatetuksesta, lattiamateriaalin lämmönjohtavuudesta, kylmistä lattian suuntaisista ilmavirtauksista ja altistuksen kestosta. Seinä- ja kattopintojen viileys ei yleensä aiheuta terveyshaittaa, jos jäljempänä ilmoitetut lämpötilojen vält-

tävän tason arvot eivät alitu. Suuret lämpötilaerot laajoilla seinäpinnoilla voivat kuitenkin aiheuttaa lämpösäteilyn epäsymmetrisyyttä. Tämä puolestaan johtaa viihtyvyyden vähenemiseen, ja pitkään jatkuessaan siitä voi myös aiheutua terveyshaittaa asunnossa oleskeleville.

Jos huoneilma on lämmityskaudella liian lämmintä, se voi lisätä väsymistä, keskittymiskyvyn alenemista, hengitystieoireilua ja aiheuttaa kuivuuden tunnetta, mikä johtaa usein turhaan ilmankostutukseen. Liian korkea lämpötila voi myös kiihdyttää kaasumaisten epäpuhtauksien vapautumista lähteistään. (Asumisterveysohje 2003)

Suomen rakentamismääräyskokoelman D 2 mukaan Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.

1.1.3.5 Sisäilman kosteus

Sisäilman kosteus vaikuttaa esimerkiksi ihmisen hikoiluun ja hengitykseen. Liiallinen ilman kosteus voi edistää pölypunkkien esiintymistä ja aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteisiin, mikä puolestaan lisää mikrobikasvun riskiä. Kuiva ilma hidastaa hengitysteiden värekarvojen liikettä ja heikentää liman poistumista hengitysteistä. Tällöin limakalvojen kyky vastustaa tulehduksia vähenee. Pieni ilman kosteus lisää myös staattisen sähkön muodostumista. Asunnon ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla noin 20 – 60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä. Näistä arvoista poikkeamista ei voida pitää terveyshaittana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät. (Asumisterveysohje, 2003)

Ilman suhteellisen kosteuden avulla voidaan määrittää rakenteeseen kohdistuva kosteusrasitus ja arvioida homehtumisriskiä.

Suomen rakentamismääräyskokoelman D 2 mukaan Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sisäilman kosteus pysyy rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa. Sisäilman kosteus ei saa olla jatkuvasti haitallisen korkea eikä kosteus saa tiivistyä rakenteisiin eikä niiden pinnoille tai ilmanvaihtojärjestelmään

siten, että se aiheuttaa kosteusvaurioita, mikrobien tai pieneliöiden kasvua tai muuta terveydellistä haittaa.

1.1.3.6 Paine-ero

Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta välttäisiin kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikrobien aiheuttamilta terveyshaitoilta. Paine-eron mittauksella arvioidaan kosteuskonvektion mahdollista merkitystä vaurioitumiseen. Kosteuskonvektio voi olla syynä vaurioon, jos lämmin tila on yli-paineinen kylmään tilaan verrattuna ja rakenteet eivät ole ilmanpitävät. Toisaalta sisätilan alipaine mahdollistaa mikrobien itiöiden ja aineenvaihduntatuotteiden kulkeutumisen sisätilaan. Rakennuksen paineolosuhteet riippuvat savupiippuvaikutuksesta, ilmanvaihdosta ja tuulesta.

Tarkkaa raja-arvoa paine-erolle ei ole asetettu. Yleensä puhutaan, että rakennuksen alipaine tulisi olla 0- -5 Pa välillä.

Suomen rakentamismääräyskokoelman D 2 mukaan Rakennuksen paineet ja rakenteiden tiiviys suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne osaltaan vähentävät radonin ja muiden epäpuhtauksien siirtymistä rakennuksessa. Rakennuksen tavanomainen käyttö tai sään vaihtelu ei saa merkittävästi muuttaa rakennuksen tai huonetilojen paineita eikä heikentää ilmanvaihtoa.

Lian kova alipaine (yli -5 Pa) rakennuksen ulkovaipan yli aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista rakenteista ja rakenteiden epäjatkuvuuskohdista sisäilmaan.

2. Tutkimuksen tavoite

Tavoitteena oli selvittää vanhustyönkeskuksen sisäilmaongelmat ja niiden syyt kuntotarkastuksen, mittauksien ja selvitysten avulla.

3. Tutkimuskohde

Sisäilmaongelmien kohteena oleva rakennus sijaitsee Pohjois-Savossa Pielavedellä ja on valmistunut vuonna 1981. Rakennuksessa toimii Pielaveden vanhustyönkeskus. Rakennus on pääosin yksikerroksinen, harjakattoinen ja monimuotoinen. Kohteen perustukset, runko ja yläpohja ovat teräsbetonia.

Tarkastuksen kohteena olevassa kiinteistössä sisäilmaongelmat ovat tulleet vähitellen, viimeisen vuosikymmenen aikana. Rakennus on alun perin suunniteltu 44 vanhukselle, mutta tällä hetkellä rakennuksessa on noin 70 vanhusta. Kohteen ilmanvaihdon alkuperäinen mitoitus suunnitelma täyttää silloiset määräykset (D2 1978) alun perin suunnitellulle henkilömäärälle.

3.1 YHTEENVETO AIEMMISTA TUTKIMUKSISTA KOHTEESSA

Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyön kuntayhtymän terveystarkastaja on ottanut 30.11.2006 tiloista mikrobinäytteitä: kolme sivelynäytettä ja kaksi materiaalinäytettä. Näytteet on tutkinut Kuopion kaupungin ympäristöterveyslaitoslaboratorio. Tutkimustodistuksien mukaan näytteiden mikrobipitoisuudet ovat olleet tavanomaiset. Samoin terveystarkastaja on suorittanut 30.11.2006 hiilidioksidipitoisuuden mittauksia. Mittaukset on tehty ruokailun aikana ruokailutilassa Pirttiäho ja kokoon-tumistilassa ruokailun jälkeen. Mittaukset ovat olleet kestoaltaan 15 min. ja mittausten tiheys 20 sekuntia. Ruokailun aikainen hiilidioksidipitoisuus on vaihdellut 1109 ppm

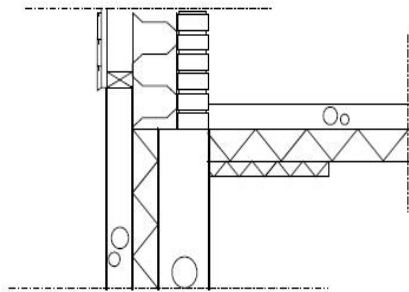
ja 2000 ppm välillä. Mutta heti ruokailun jälkeen mitatut pitoisuudet ovat olleet välillä 539 ppm – 716 ppm.

3.1.1 Rakennustekniset tiedot

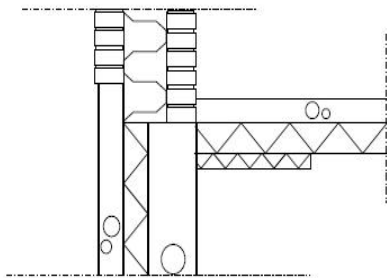
Rakennus on perustettu betonianturoiden- ja pilareiden varaan. Sokkelipalkissa on styrox- lämpöhalkaisu. Osassa ulkoseinien ja perustuksien liitosta on valesokkelirakenne. Rakennuksen rungon rakennejärjestelmä on pääasiassa pilarilaattarakenne. Osittain massiivilaatta on tuettuna kantaviin teräsbetoniseiniin.

Julkisivut ovat poltettua tiiltä tai paneelia. Rakennuksessa on käytetty monenlaisia ulkoseinä rakenteita:

1. Osa seinistä on tuplatiilirakenteisia. Niissä rakenne on seuraava: 130 mm tiili, 10 mm ilmarako, 150 mm mineraalivilla ja 130 mm tiili. (Kuva 1)
2. Osa seinistä on puurunkoisia. Niissä rakenne on seuraava: Julkisivuverhouspaneeli, rima 22x50 k 600 ja ilmarako, 3 mm tuulensuojaluja, 175 mm lämmöneristys ja 130 mm tiili sisäpuolella. (Kuva 2)
3. Osa on puurakenteisia. Niissä rakenne on seuraava: Julkisivuverhouspaneeli, ilmarako 22 mm ja rima 22x50 mm k 600, 3 mm tuulensuojaluja, 200 mm lämmöneriste (150 mm pystyrunko ja eriste + 50x50 vaakakoolaus ja eriste), höyrynsulkumuovi 0,2 mm ja pintamateriaali.
4. Osa seinistä on puurakenteisia ja tiiliverhottuja. Rakenne on seuraava: 130 mm tiili, 200 mm lämmöneriste (150 mm pystyrunko ja eriste + 50 mm vaakakoolaus ja eriste), höyrynsulkumuovi 0,2 mm ja sisäpintamateriaali.



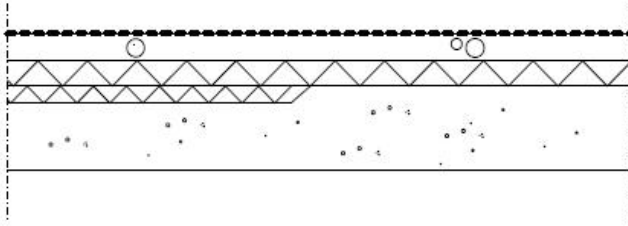
Kuva 1. Puurunkoisen ulkoseinän ja perustuspalkin leikkaus



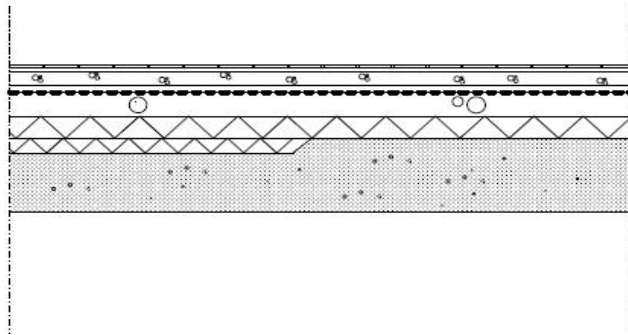
Kuva 2. Tuplatiilirakenteisen ulkoseinän ja perustuspalkin leikkaus

Alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetonilaatta. Rakenne vaihtelee riippuen huonetilan käyttötarkoituksesta:

5. Kuivan tilan lattiarakenne on seuraava: Pintamateriaali, 80 mm teräsbetonilaatta, sitkeä suojapaperi, lämmöneriste 75/125 mm solumuovilevy, väh. 200 mm tiivistetty sora. (Kuva 3)
6. Laatoitetuissa märkätiloissa rakenne on seuraava: 30 mm laatoitus ja kiinnityslaasti, 50 mm teräsbetonilaatta, 20 mm suojalaasti, vedeneriste ja laakerointi (2 kpl muovikalvoja, bitumisively, ML 500/4200 tai ML 180/4000, 2kpl muovikalvoja), 70 mm teräsbetonilaatta, sitkeä suojapaperi, 75/125 mm solumuovilevy lämmöneriste ja vähintään 200 mm tiivistettyä soraa. (Kuva 4)

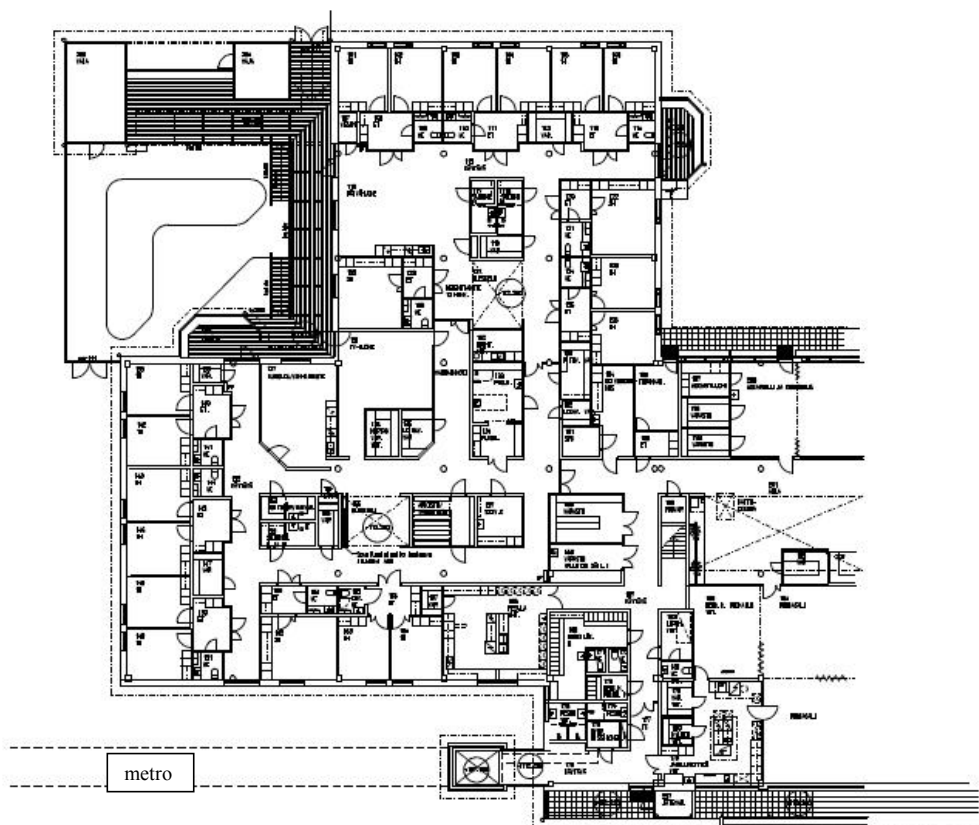


Kuva 3. Kuivan tilan lattiarakenne



Kuva 4. Märkätilojen lattiarakenne

Yläpohja on teräsbetonirakenteinen. Vesikaton kantavana rakenteena ovat naulalevyristikot. Vesikatteenä on rivipelti. Aluskatetta ei ole. Rakenne on seuraava: Peltikaite, ruodelaudat 100x23 k 200/300, naulalevyristikot, lämmöneriste 280 mm, kantava teräsbetoni-laatta ja sisäpuolen pintarakenne.



Kuva 5. Pohjakuva rakennuksen eteläpäädyistä

3.1.1 Ilmanvaihtojärjestelmä kohteessa

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmön talteenotolla. Tulokone 1 (TK1) on mitoitettu $4500 \text{ m}^3 / \text{tunti}$ ja tulokone 2 (TK2) $9500 \text{ m}^3 / \text{tunti}$. Vastaavasti poistokone 1 (PK1) on mitoitettu $4500 \text{ m}^3 / \text{tunti}$ ja poistokone 2 (PK2) $7500 \text{ m}^3 / \text{tunti}$. Käytäviin ja yleisiin tiloihin tulee raitisilma ja pesutiloista, wc-tiloista ja osasta yleisiä tiloja on poistot. Asuinhuoneisiin tulee raitisilma siirtoilmana käytävältä tulevien kanavien kautta.

3.1.2 Yhteenveto aikaisemmista ongelmista

Itä-Suomen työsuojelupiirin työsuojelutarkastuksessa 12.9.2006 on havaittu puutteita ilmanvaihdon toiminnassa, valaistuksessa, tilojen ahtaudessa, ergonomian toteutumisessa sekä epäilty kosteusvaurioita.

Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyön kuntayhtymän terveystarkastajan 2.11.2006 tekemässä tarkastuksessa on havaittu muutoksia ilmanvaihtokanavien päätelaitteiden ympärillä. Lisäksi on havaittu, että siivouskomero on kostea, Hopeahovin ja hoivaosaston välinen käytävän seinä on hilseillyt ja lattiassa on kohoumia. On epäilty myös, että tehtyjen käyttötarkoitusten muutosten jälkeen ilmanvaihdot eivät ko. alueilla toimi. Myös siivouksen tasoa on epäilty liian pieneksi.

Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyön kuntayhtymän terveystarkastajan, työterveyshuollon, työsuojelupäällikön ja käyttäjien edustajien yhteinen työpaikkakäynti on tehty 6.11.2006. Käynnin yhteydessä on käsitelty 2.11.2006 havaittuja puutteita ja mietitty toimenpiteitä niiden korjaamiseksi.

Pielaveden kunnan työsuojelutoiminnan työsuojelutarkastus on tehty 18.9.2007. Tarkastuksessa on ollut mukana kunnan työsuojelun edustajat ja käyttäjien edustajia. Tarkastuksessa on käyty läpi aikaisempien tarkastuksien tulokset ja niistä annetut suositukset. Tilannekatsauksen perusteella on voitu todeta, että monia asioita on korjattu, mutta monia puutteita vielä korjaamatta.

3.1.2 Asukkaiden oireilu

Asukkaille ei tehty oirekyselyä. Työntekijöitä haastatteleamalla selvitettiin, että muutamissa asukkaissa on ollut ainakin pitkittänyttä nuhaa.

4. Tutkimusmenetelmät

4.1 KUNTOTARKASTUS

Rakennuksen kuntotarkastus tehtiin soveltaen liike- ja palvelurakennusten kuntoarviokirjan , ympäristöopas 207, ohjetta.

4.2 LÄMPÖKUVAUS

Rakennuksen lämpökuvaus suoritettiin kirjan, Rakennusten lämpökuvaus, 2006 *Sauli Paloniitty ja Timo Kauppinen*, ohjeiden mukaisesti sekä RT 14-10850 mukaisesti.

- Lämpökuvaus Flir P25+ merkkisellä lämpökameralla, sarjanumero 23401903
- Paine-eromittaus Airflow TA 460 digitaalisella paine-ero mittarilla
- Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaus Trotec T 2000 E yhdistelmämittarilla.

4.3 ILMANVAIHDON MITTAUKSET JA PUHTAUDEN ARVIOINTI

Ilmanvaihdon mittaukset tehtiin soveltaen standardia SFS 5512. Mittaus suoritettiin Airflow mittalaitteella käyttäen lisälaitteena siipipyöranemometria. Mittaus tehtiin 1/3 osasta asuinhuoneita ja yleisiä tiloja. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkistus tehtiin LVI 39-10409 kortin mukaisesti.

4.4 RAKENNUKSEN PAINEOLOSUHTEET

Rakennuksen paineolosuhteiden mittaukset tehtiin Airflow TA460-P digitaalisella paine-eromittarilla. Mittari on kalibroitu lokakuussa 2008 ja sen tarkkuus on kalibrointihetkellä ollut 0,01-0,1 %. Paine-eroja mitattiin eri huonetilojen väliltä ja raken-

nuksen sisätilojen ja ulkoilman väliltä. Mittaukset tehtiin 2.2.2010. Ulkoilman olosuhteet olivat seuraavat: lämpötila -5 °C ja tuuli 0 m/s.

4.5 LÄMPÖTILOJEN JA SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUKSET

Lämpötilojen ja suhteellisten kosteuksien mittaukset tehtiin loggeroimalla kolmesta pisteestä. Loggereina käytettiin EL-USB-2 tiedonkeruulaitteita.

4.6 HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Ilmanäytteet kerättiin Tenax GR adsorbenttiin, joka soveltuu haihtuvien orgaanisten yhdisteiden keräämiseen (soveltuvuus heksaani - heksadekaani). Analyysit tehtiin kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TCT-GC-MS). Yhdisteet tunnistettiin ja niiden pitoisuustasot laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina jota käytetään yleisesti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sisäilmamittauksissa. Tenax putkien analysointi tehtiin Kuopion yliopiston ympäristöteiden laitoksella.

4.7 HIILIDIOKSIDIPITOISUUS

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin SenseAir Co2 jatkuvatoimisella tiedonkeruulaitteella kahdesta eri asuinhuoneesta. Mittari kalibroitiin ulkoilmassa.

4.8 MIKROBIPITOISUUDET

4.8.1 Pintojen mikrobipitoisuudet

Mikrobipitoisuuksien määrittämistä varten otettiin 6.5.2009 neljä pintapyyhintänäytettä kahden viikon pölylaskeumasta. 22.4.2009 näytteenottoa varten desinfioitiin neljä näytteenottopaikkaa alkoholipohjaisilla desinfiointipyyhkeillä. Yksi paikka työntekijöiden taukuhuoneen kaapin päältä, yksi Hopeahovin ja hoivaosaston välisen oven

viereltä kirjahyllyn päältä, yksi saunan pukuhuoneen hattuhyllyn päältä ja yksi ryhmäkoti Ilonan lasivitriinin päältä.

Mikrobianalyysin teki Kuopion Työterveyslaitos.

4.8.2 Materiaalinäytteen mikrobipitoisuudet

Yksi materiaalinäyte otettiin vanhustyönkeskuksen ja terveyskeskuksen välisen yhdystunnelin kosteusvaurioituneesta seinästä. Tällä haluttiin selvittää mikrobien laatu ja elinkyky kyseisellä alueella, koska mahdolliset mikrobit kulkeutuvat ilmanvirtauksen mukana välillä vanhustyönkeskuksen- ja välillä terveyskeskuksen puolelle. Myös tunnelia käyttävät henkilöt altistuvat mahdollisille mikrobeille.

4.9 OIRE- JA TYÖOLOSUHDEKYSELYT

Työntekijöillä on esiintynyt useamman vuoden ajan erilaisia sisäilmaongelmiin viittaavia oireita. Tämän vuoksi pyydettiin työterveyshuoltoa tekemään oirekysely (Örebro). Kysely valmistui 3.3.2009. Kysely annettiin 53 työntekijälle.

5. Rakennuksen tutkimustulokset

5.1 KUNTOTARKASTUS

Rakennuksessa tehtiin kuntotarkastus keväällä 2009. Seuraavassa käydään pääpiirteittäin kuntotarkastuksen tulokset.

5.1.1 Perustukset, alapohja, rakennuksen vierusta

Maanpinnan kallistukset:

- Rakennuksen vierustan maanpinnan kallistukset ovat paikoin lähes tasaiset. Muutamalta sivulta maanpinta laskeutuu virheellisesti rakennukseen päin. (kuva 6).

Rakennuksessa on suuret kattopinnat. Näin ollen myös sadevesiä tulee paljon.

- Syöksytorvista vedet ohjautuvat rakennuksen sokkelin viereen lisäten perustuksien kosteuskuormitusta. (kuva 7).

Vanhustyönkeskuksen ja terveystieteiden välissä on osittain maanalainen yhdystunneli.

- Tunnelin yläpuolelle ohjautuu sadevesiä rikkonaisten ja puutteellisten loiskekivien vuoksi. (kuva 8).
- Sokkelipalkissa on havaittavissa kosteuden aiheuttamaa kalkkikeritystä. (kuva 9)
- Perustuksissa ei ole havaittavissa vaurioita.
- Yhdystunnelin seinissä, lattiassa ja katossa on havaittavissa kosteudesta johtuvia vaurioita. (kuvat 10-13) Vauriot johtuvat pääosin sadevesistä. Sadevedet ohjautuvat tunnelin yläpuolelle maahan imeytyen siitä alapuolisiin rakenteisiin.



Kuva 6. Paikoin maanpinta laskeutuu rakennukseen päin



Kuva 7. Syöksytörvien alta vedet ohjautuvat rakennuksen vierelle lisäten perustuksien kosteusuormitusta



Kuva 8. Tunnelin yläpuolelle on ohjattu sadevesiä



Kuva 9. Sokkelissa kalkkikertymää



Kuva 10. Tunnelin sisäkatossa kosteuden aiheuttamia vaurioita



Kuva 11. Tunnelin seinässä kosteuden aiheuttamaa kalkkikertymää



Kuva 12. Tunnelin seinässä kosteuden aiheuttamaa kalkkikertymää



Kuva 13. Tunnelin sisäkaton akustolevyissä kosteuden aiheuttamia jälkiä

5.1.2 Ulkoseinät ja julkisivut

Ulkoseinät ovat pääosin tiili-villa-tiili rakenteisia. Osa seinistä on puurankarunkoisia ja tiiliverhottuja. Ikkunoiden yläpuolella on paneeliverhous.

- Julkisivut olivat ehjät ja siistit.

5.1.3 Ikkunat, ovet ja vesipellit

Rakennuksen ikkunat ovat puiset kuultovärjätty kiinteät ns. MEK- tyyppiset ikkunat.

Ikkunoissa on pienet n. 400x400 tuuletusvarustuksella varustetut luukut.

- Ikkunoiden toimivuudessa ei havaittu puutteita.

Kaikissa ikkunoissa oli vesipellit.

- Vesipeltien ylitys seinälinjasta oli hyvä ja niiden kallistukset sopivat.
- Vesipeltien ja ikkunoiden sekä rakenteiden välinen rajapinta oli tiivis.

Ulko-ovet ovat puurakenteiset paneeliverhotut lämpöövet. Väliovet ovat laakaovia.

- Ovien toimivuudessa ei havaittu puutteita.

5.1.4 Yläpohja, ullakko, vesikatto ja sen varusteet

Käynti rakennuksen yläpohjaan tapahtuu vesikatolla olevien kattoluukkujen ja toisen kerroksen käytävien päissä olevien ovien kautta. Eristeenä on mineraalivilla.

- Kaikki yläpohjassa olevat kanavat ja putket on eristetty. (kuva 14)
- Puurakenteissa ei ole havaittavissa normaalista poikkeavaa tummuutta. (kuva 15)

Yläpohjan tuuletus tapahtuu räystäiden kautta.

- Tuuletus oli toimiva.

Vesikatteena on maalattu rivipelti. Kate oli maalattu vuoden 2007 kesällä.

- Vesikate oli hyväkuntoinen.

Vesikaton harjalla on metallirakenteiset kattosillat.

- Lumiesteet ovat kulkuteiden kohdilla. (kuva 16)



Kuva 14. Kaikki yläpohjassa olevat kanavat ja putket on eristetty



Kuva 15. Yläpohjan puurakenteissa ei havaittu normaalia poikkeavaa tummumista



Kuva 16. Yleiskuva vesikatolta

Vesikatolla oli myös muutama kattoikkuna. (kuva 17)

- Kattoikkunoiden sisäpuolisissa pinnoissa oli veden aiheuttamia vuotojälkiä.



Kuva 17. Kattoikkuna

5.1.5 Märkä- tai kosteat tilat

Rakennuksessa on useita märkätiloja.

Rakenne latioissa on seuraava: Klinkkeri, kiinnityslaasti, teräsbetonilaatta, suojalaasti, kaksinkertainen muovikelmu, bitumi, kaksinkertainen muovikelmu, teräsbetonilaatta, sitkeä suojapaperi, solumuovilevy ja tiivistetty sora.

Seinissä on rakenteena seuraava: Kaakeli, kiinnityslaasti ja kalkkiehkekatiili. Kalkkiehkekatiili on ulkopuoleltaan yleensä maalattu.

Märkätiloissa tehtiin aistinvarainen tutkimus ja kosteuden kartoitus pintakosteuden osoittimella.

- Aistinvaraisessa tutkimuksessa havaittiin, että pesutilan käytön jälkeen ilma tilassa oli pitkään kostea. Ilmanvaihtuvuus oli huono.
- Pintamateriaalien puutteita ei sisäpuolella ollut havaittavissa.
- Kosteuden kartoituksessa havaittiin, että pesutilojen lattia olivat kauttaaltaan sekä seinien alareunat roiskevesialueelta kosteampia mitä tilat muualta.

- Lisäksi havaittiin, että pesutilojen ympärillä olevat tilat, lähinnä käytävät, varastot ja oleskelutilat olivat pesutilojen vastaisien seinien läheisyydestä kosteampia mitä muualta.
- Pesutilojen ympärillä olevassa käytävän muovilaatoituksessa oli kohoimia.(Kuva 18)
- Tiiliseinien alareunojen maalipinta oli hilseillyt. (Kuva 19)



Kuva 18. Lattian muovilaatat koholla pesuhuoneen ympärillä



Kuva 19. Pesuhuoneen ulkopuolen tiiliseinässä kosteuden aiheuttamaa kalkkikertymää

5.1.6 Keittiö

Rakennuksessa on erillinen keittiö. Keittiössä ei tehdä varsinaisia ruokia, vaan ruoka tuodaan viereisestä terveyskeskuksen keittiöstä. Välipalat ja kahvit keitetään ja ruoka tarjoillaan tarkastetusta keittiöstä käsin.

Lattian pintamateriaalina on klinkkerilaatoitus. Rakenne on sama kuin märkätiloissa.

Seinät ovat maalattua betonia ja tiiltä.

- Kosteuden kartoituksessa havaittiin suurempia kosteuksia kylmiön ja pesualtaan seinän alareunoista sekä lattiasta useasta kohdasta.
- Aistinvaraisessa tarkastuksessa sisäilma tuntui kostealta ja lämpimältä joten ilmanvaihtuvuus oli huonoa.

5.1.7 Muut sisätilat

Rakennuksessa on reilut 40 asuinhuonetta. Asuinhuoneiden yhteydessä on erillinen wc-tila. Lisäksi on useita varastotiloja jotka sijoittuvat käytävien varsille.

Pintana kaikissa tiloissa on lattioissa muovilaatat. Seinät ovat maalattua tiiltä ja laipiot tasoitettua ja maalattua betonia.

Asuinhuoneisiin ja wc- tiloihin tehtiin kosteudenkartoitus pistokoeluentoisesti.

- Kartoituksessa ei havaittu normaalista poikkeavaa.

Rakennuksen keittiötilojen yhteydessä on ruokailutila. Materiaalit ovat samat kuin muissa tiloissa. Tilan ulkoseinän ja lattian rajapinnassa on n. 10–20 mm leveä rako. Rako on yhteydessä lattian alle maaperään. Keittiöhenkilökunnan mukaan kyseisessä kohdassa on havaittavissa joskus homeen hajua.

- Tarkastuspäivänä ei havaittu normaalista poikkeavia hajuja.
- Tilan kosteuden kartoituksessa havaittiin että keittiön vastaiset lattian raja ja seinien alareunat ovat kosteat.

5.2 MIKROBINÄYTTEET

5.2.1 Pintapyyhintänäytteet

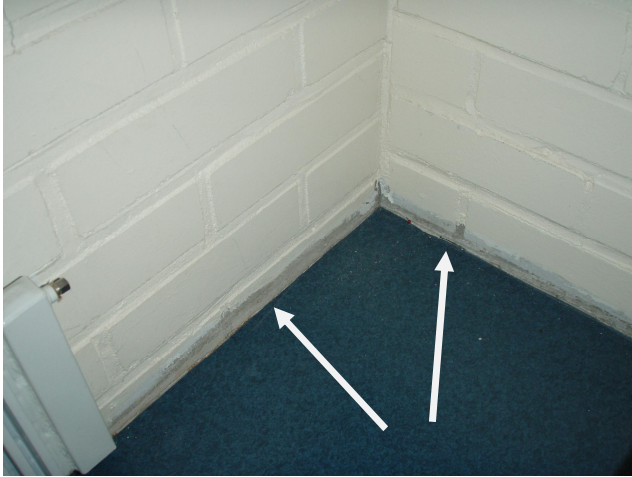
Pintojen mikrobimäärityksiä varten otettiin kahden viikon pölylaskeumasta pyyhintänäytteitä neljä kappaletta. Yksi näyte otettiin pesutilan viereisestä työntekijöiden taukokuoneesta (näyte 1), yksi Hopeahovin ja hoivaosaston välisen oven kohdalta kaapin päältä (näyte 2), yksi saunan pukuhuoneen hattuhyllyltä (näyte 3) ja yksi ryhmäkoti Ilonan lasivitriinin päältä (näyte 4). Näyte 4 oli referenssinäyte. Näytteitä otettiin jokaisesta paikasta neljälle elatusmaljalle. Näytteenottopinta-ala oli 10x10 cm / malja. Näyte otettiin steriiliin liukseen kastetulla pumpulipuikolla. Näytettä otettaessa käytettiin suojahaalareita ja – käsineitä sekä hengityssuojainta kontaminaatiovaaran vuoksi. Ensimmäisenä otettiin referenssinäyte. Näytemaljat lähetettiin samana päivänä Kuopion Työterveyslaitokselle analysoitavaksi.

Taulukko 1. Mikrobien pyyhintänäytteiden tulokset työntekijöiden taukokuoneesta, Hopeahovin ja hoivaosaston välisestä käytävästä, saunan pukuhuoneesta ja ryhmäkoti Ilonasta (referenssinäyte)

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar
taukuhuone	Yhteensä - <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ^o +(1)	Yhteensä + <i>Geomyces</i> * +(2)	Yhteensä + <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit +
kaapin päältä Hopeahovi/ hoivaosasto	Yhteensä - <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Cladosporium</i> + steriilit +	Yhteensä + <i>Geomyces</i> * +(1) <i>Penicillium</i> + steriilit +	Yhteensä +++ <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit ++
hattuhylly sauna	Yhteensä - <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + hiivat, vaaleat +	Yhteensä + <i>Geotrichum</i> + steriilit +	Yhteensä +++
lasivitriinin päältä Ilona	Yhteensä -	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ^o +(2) <i>A. sydowii</i> * +(1) <i>Eurotium</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>Aureobasidium</i> ^o +(1) <i>Trichoderma</i> * +(1)	Yhteensä +++ <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit ++

*= kosteusvaurioon viittaava mikrobi, pesäkemäärä ilmoitettu sulussa, °= indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys-lehti 8/2005, s.56-59), pesäkemäärä ilmoitettu sulussa, A.= *Aspergillus*, *Streptomyces*=aktinobakteeri (sädesieni)

Toiset pintapyyhintänäytteet otettiin yöpartion taukokuoneesta (huone 197) lattian ja seinän rajakohdassa olevan raon yläpuolelta seinästä (Kuva 20) ja ikkunan ja seinärakenteen välissä olevan raon kohdalta ikkunalaudalta (Kuva 21). Näytteitä otettiin molemmasta paikasta neljälle elatusmaljalle. Näytteenottopinta-ala oli 10x10 cm / malja. Näyte otettiin steriiliin liuokseen kastetulla pumpulipuikolla.



Kuva 20. Lattian ja seinän rajakohdassa rako



Kuva 21. Ikkunapenkin ja ikkunan karmin välissä rako

Taulukko 2. Mikrobin pyyhintänäytteiden tulokset yöpartion taukahuoneen lattian ja seinän sekä ikkunan karmin ja seinärakenteen välisten rakojen ympäriltä

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar
Näyte 1	Yhteensä + <i>A. ochraceus</i> * + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä ++ <i>A.ochraceus</i> * + <i>A.sydowii</i> * + <i>A.versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	Yhteensä +++ <i>A.ochraceus</i> * + <i>A.versicolor</i> * + <i>Penicillium</i> +++	Yhteensä ++ <i>Streptomyces</i> * + Muut bakteerit +
Näyte 2	Yhteensä + <i>A.versicolor</i> * +(2) <i>Penicillium</i> +	Yhteensä + <i>A.ochraceus</i> *+(3) <i>Cladosporium</i> + <i>Aureobasidium</i> ° +(1) <i>Penicillium</i> + <i>Syncephalastrum</i> + <i>Verticicladium</i> +	Yhteensä ++ <i>A.ochraceus</i> *+(1) <i>A.versicolor</i> * +(2) <i>Alternaria</i> + <i>Cladosporium</i> + hiivat, punainen° +(3) hiivat, vaalea + <i>penicillium</i> + Steriilit +	Yhteensä ++

*= kosteusvaurioon viittaava mikrobi, pesäkemäärä ilmoitettu sulussa, °= indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys-lehti 8/2005, s.56-59), pesäkemäärä ilmoitettu sulussa, A.= *Aspergillus*, *Streptomyces*=aktinobakteeri (sädesieni)

5.2.2 Materiaalinäyte

Mikrobilajiston määrittämiseksi otettiin yksi materiaalinäyte vanhustyönkeskuksen ja terveystieteiden välisen yhdystunnelin kosteusvaurioituneesta seinän alaosaan (Kuva 22). Näyte lähetettiin Kuopion työterveyslaitokselle analysoitavaksi.



Kuva 22. Terveyskeskuksen ja vanhustyönkeskuksen yhdystunnelissa oleva vaurio

Taulukko 3. Mikrobin materiaalinäytteen tulokset terveyskeskuksen ja vanhustyönkeskuksen välisen yhdyskäytävän kosteusvaurioituneesta seinän pintamateriaalista

Näyte	Mesofiiliset sienet			Mesofiiliset bakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1.	Yhteensä + <i>A.versicolor</i> * + hiivat,vaalea +	Yhteensä + <i>A.ochraceus</i> * + <i>A.versicolor</i> * + <i>Cladosporium</i> +	Yhteensä + <i>A.ochraceus</i> * + <i>Stachybptryis</i> * +	Yhteensä ++++ <i>Streptomyces</i> * ++++ Muut bakteerit +++	
*= kosteusvaurioon viittaava mikrobi, pesäkemäärä ilmoitettu sulussa, °= indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys-lehti 8/2005, s.56-59), pesäkemäärä ilmoitettu sulussa, <i>A.= Aspergillus</i> , <i>Streptomyces</i> =aktinobakteeri (sädesieni)					

5.2.3 Mikrobitulosten tarkastelu

Pintapyyhintänäytteistä 1,2 ja 4 löytyi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Kylläkin pesäkemäärät olivat pieniä (+). Näytteistä 2, 3 ja 4 löytyi mesofiiliseja bakteereja runsaasti (+++) ja näytteistä 1, 2 ja 4 vähän *Streptomyces* bakteereja (+).

Vaikka kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja löytyi vähäisiä määriä, on kuitenkin lajisto tärkeämpi viite vauriosta kuin määrä.

Yöpartion taukokuoneesta (huone 197) lattian ja seinän rajakohdasta olevan raon ympäriltä ja ikkunapenkin ja ikkunan karmin välisestä rajakohdasta raon ympäriltä otetuista näytteistä löytyi erilaisia kosteusvaurioon viittaavia homeita ja hiivoja.

Sädesieniä ja muita bakteereita löytyi niukasti.

Materiaalinäytteestä löytyi kosteusvauriota indikoivia homeita ja hiivoja vähän (+).

Mutta erittäin runsaasti sädesieniä (++++) ja runsaasti muita bakteereita (+++).

Aktinobakteerit ovat laaja gram-positiivisesti värjäytyvien maaperäbakteereiden ryhmä, jotka tietyllä tavalla muistuttavat sieniä kasvutavaltaan, mutta ovat kuitenkin bakteereita. Ne muodostavat itiöitä ja rihmastoa ja ovat immunologisesti aktiivisia. Aktinobakteerit voivat allergisoida, ne tuottavat toksineja ja itiökoko on niin pieni että ne voivat aiheuttaa alveoliittia eli homepölykeuhkoa. Aktinobakteerit viihtyvät märässä ja niitä pidetään kosteusvaurioindikaattoreina. Aktinobakteereita ei pitäisi lainkaan olla kaupunkirakennuksissa. Sen sijaan maatalousympäristössä sisäilman aktinobakteerit saattavat olla ulkoa ja tuotantotiloista vaatteiden ja jalkineiden mukana kantaautuneita eivätkä siten viittaa kosteusvaurioon. Jos aktinobakteerien toteaminen liittyy tiedossa olevaan kosteusvaurioon, niitä voidaan pitää terveyshaittana pitoisuudesta riippumatta. Asumisterveysohjeessa asuinhuoneistojen sädesienipitoisuuden ohjearvoksi on annettu 10 cfu/m³.

Streptomyces-suvun sädesienet ovat yleisimmin kosteusvaurion yhteydessä todettavia aktinobakteereita. Sädesienet kasvatetaan bakteerimaljalla ja ne kasvavat hitaammin kuin homeet ja hiivat. Siksi niiden viljely kestää 10-14 vrk. Streptomykeetit ovat allergisoivia ja ne voivat tuottaa terveydelle erittäin haitallisia toksineja. Sädesienet voivat alkaa kasvaa limakalvoilla ja kudoksissa muodostaen kovan, tuumorimaisen kasvuston pehmeissäkin kudoksissa. Sädesieni-infektio voi esiintyä likaisissa haavoissa esim. suussa, ja kudoksissa, joissa on jokin vierasesine, kuten ehkäisykierukka.

Kokeellisissa tutkimuksissa on havaittu, että Streptomyces -bakteerit ja tietyt homeet ovat yhteisvaikutukseltaan haitallisempia kuin kummankaan mikrobin osavaikutusten summa olisi eli niillä on synergistisiä vaikutuksia. (Home ja terveys)

Aspergillus ochraceus –home voi aiheuttaa ärsytysoireita ja mahdollisia terveyshaittoja. *Aspergillus ochraceus* –homelajin tärkeimmät toksiininit ovat Penicillic Acid, ochratoxin A, xanthomeginin, viomellein ja vioxanthin. Homelajin kulkeutuminen oleskelutiloihin tulisi estää.

*Stachybotrys chartarum*in esiintymiseen liittyy lähes aina ihmisten terveyshaittoja.

Kosteusvauriorakennuksissa voi olla useita toksiineja tuottavia mikrobeja samanaikaisesti, jolloin terveyshaitta syntyy eri toksiinien yhteisvaikutuksena. *Stachybotrys* kykenee tuottamaan mykotoksiineja. Homekasvusto näyttää tummanharmaalta tai mustalta. Homesieni muodostaa usein bakteerien kanssa sekakasvustoja.

5.3 SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUSTULOKSET

5.3.1 VOC- mittauksen tulokset

Näytteitä otettiin dementiaosastolta sekä vertailunäyte rakennuksen toisesta päädyttä. Lisäksi näytteitä otettiin käytävän lattiasta kuprulla olevan maton reunan alta (kuva 23) Hopeahovin viereisen pesuhuoneen läheltä) sekä tuloilmakanavasta.



Kuva 23. Käytävän lattiassa oleva kupru

Taulukossa 4 on esitetty orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC), pääkomponenttien pitoisuudet eri mittauspisteistä. Tuloilman, dementiaosaston ja ver-

tailupisteen orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat erittäin pieniä (alle 20 µg/m³).

Huoneilman pääkomponentteina esiintyivät etanoli, isopropanoli ja heksaani. Tuloilmassa TVOC-pitoisuus oli n. 17 µg/m³. Maton alta otetussa näytteessä TVOC-pitoisuus oli odotetusti suurempi 360 µg/m³.

Taulukko 4. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonais- ja pääkomponenttipitoisuudet (µg/m³) eri mittauspisteistä.

	Dementia-osasto	Vertailunäyte	Tuloilma	Käytävä (maton alta)
TVOC	20	16	17	360
Etanoli	5.8	5.4	-	10.5
Isopropanoli	5.0	5.4	-	9.6
Heksaani	1.4	0.8	3.9	1.5
2,4-Bis[(trimethylsilyl)-oxy]bentsaldehydi	1.2	0.7	-	5.6
Alfa-pineeni	0.4	0.2	-	1.7
2-(2-etoksietoksi)-etanoli	-	-	-	245
2-etyyli-1-heksanoli	-	-	-	21.4
2-fenoksietanoli	-	-	-	44.7
1,3-butaanidioli	-	-	-	6.3
2-butoksietanoli	-	-	-	5.0

5.3.1.1 VOC tulosten tarkastelu

VOC-pitoisuudet olivat mitatuissa kohteissa pieniä. Maton alta otetusta näytteestä löytyi 245 µg/m³ 2-(2-etoksietoksi)-etanolia (etyylidiklykoli), jota käytetään apuaineena mm. lattianvahauksessa. Sitä käytetään myös vesiohenteisissa maaleissa ja laakoissa. 2-etyyli-1-heksanolin lähteenä ovat mm. muovimatot. 2-(2-etoksietoksi)-etanoli on hengitysteitä ärsyttävä aine. Maton alta otetun ilmanäytteen pitoisuus oli huomattavasti muita suurempi. Siitäkin huolimatta se oli Asumisterveysohjeessa mainitun 600 µg/m³ ohjearvon alapuolella.

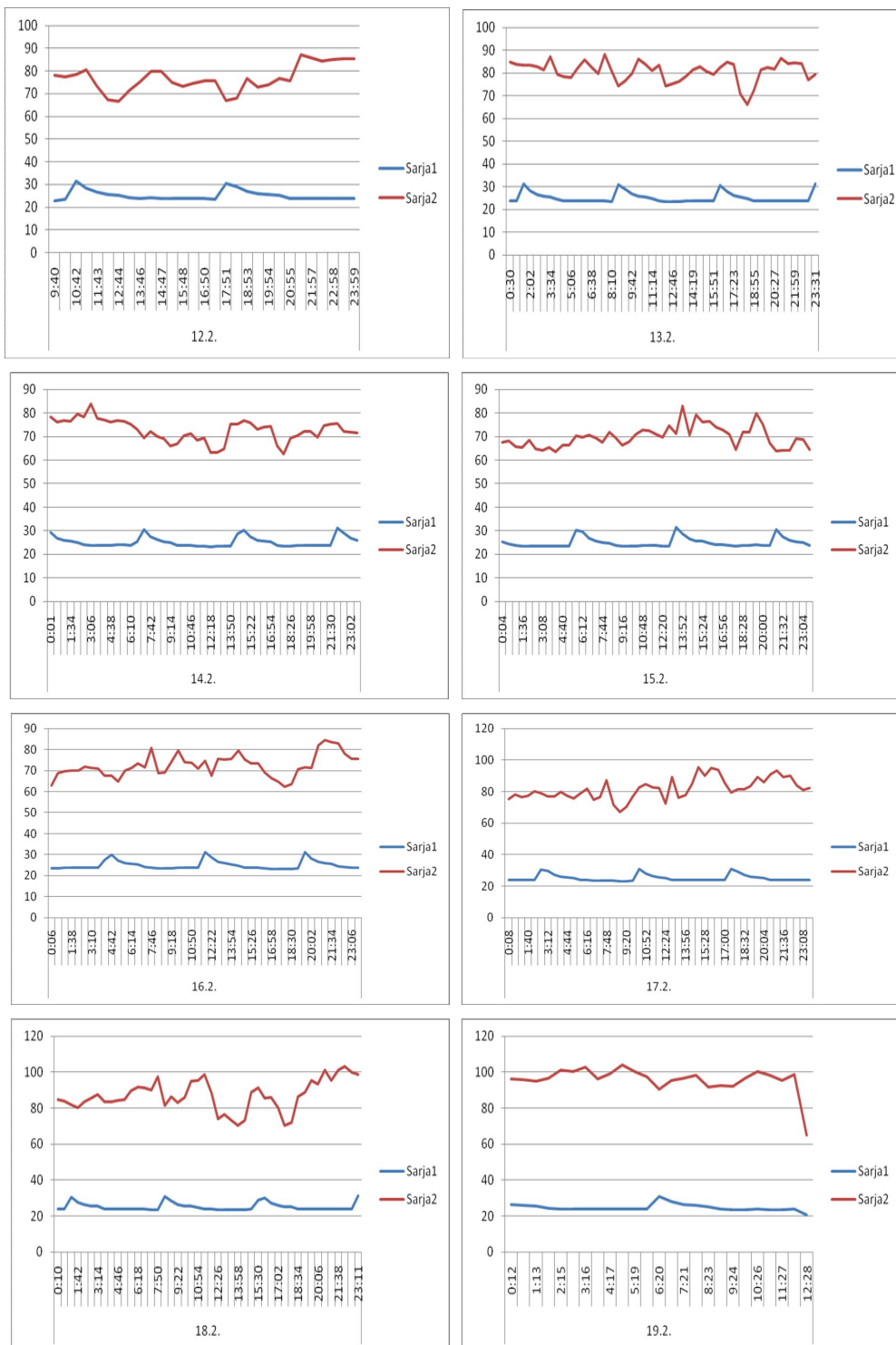
Dementiaosaston ja vertailunäytteen VOC-pitoisuudet olivat erittäin alhaiset. VOC-mittausten tuloksia ei kuitenkaan voida yksinään käyttää ilmanlaadun tai vaihtuvuuden mittarina.

Mittaajien aistinvaraisen arvion perusteella ensisijaisina toimenpiteinä suosittelemme ilmanvaihtomäärien selvittämistä ja ilmanvaihdon säätämistä riittäväksi. Huomioitavaa on että tolueenivasteella laskettaessa erityisesti alkoholien pitoisuudet ovat todellisia pitoisuuksia pienempiä. Todelliset alkoholipitoisuudet voivat olla 1,5 – 2,3 kertaa suurempia kuin tolueenivasteella laskettaessa. (Saarela K, ym. TVOC- haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmasto-seminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.)

5.3.2 Hiilidioksidipitoisuus

Vanhustyönkeskuksessa on yksi huone, jossa asuu viisi vanhusta. Huone on suunniteltu TV- huoneeksi ja sen ilmanvaihto on mitoitettu sen mukaan suureksi. Suunniteltu tulo- ja poistoilmamäärä on 170 l/s. Huoneessa suoritettiin sisäilman lämpötilan ja hiilidioksidipitoisuuden tiedonkeruu 12.2.2010 klo. 9:40 alkaen ja päättyen 19.2.2010 klo. 11:27. (Taulukko 5. Sininen käyrä lämpötila ja punainen käyrä hiilidioksidipitoisuus x 10)

Taulukko 5. Viiden hengen huoneen hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan loggerointi



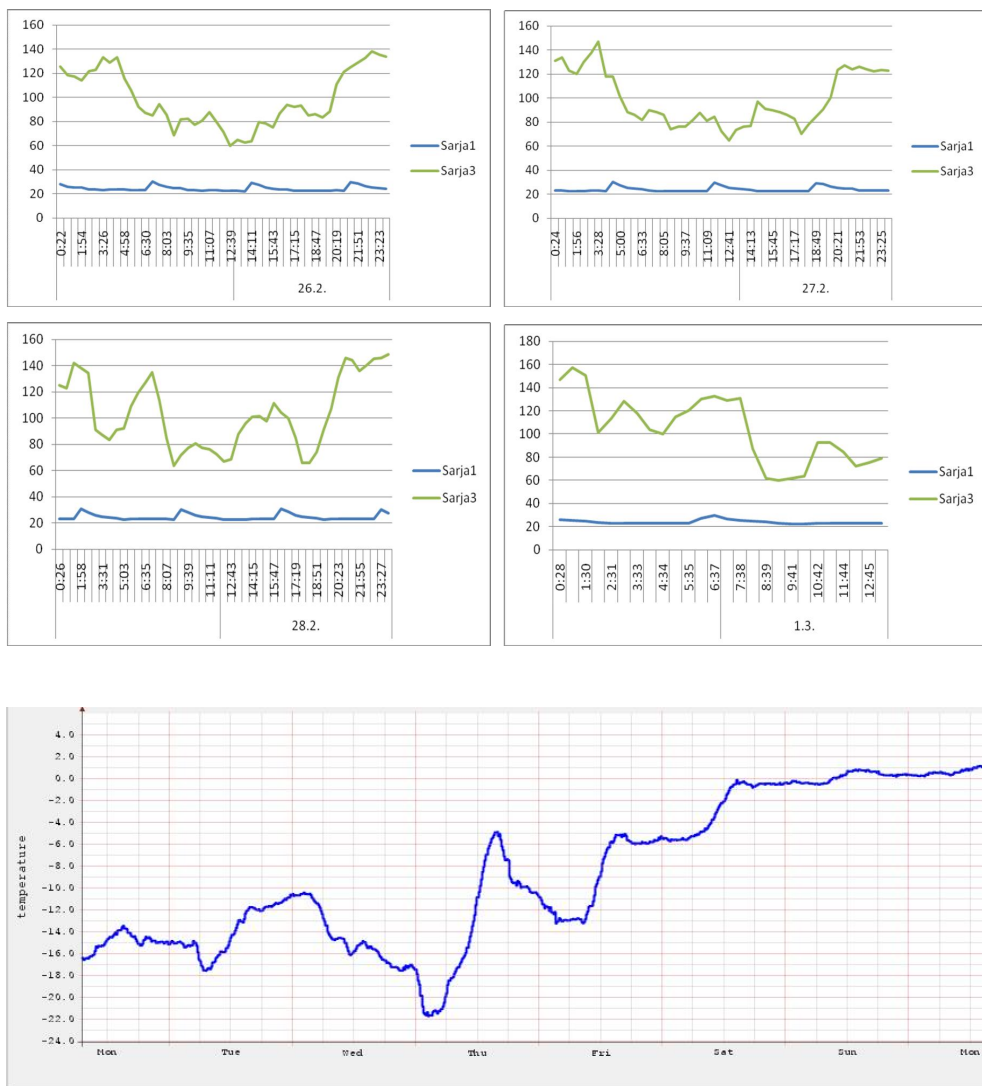


Ulkoilma lämpötila 12-19.2.2010

Toinen tiedonkeruujakso tehtiin kahden hengen huoneesta (huone no. 104) alkaen 22.2.klo. 9:57 ja päättyen 1.3 klo.13:16. (Taulukot 6. Sininen käyrä lämpötila ja vihreä käyrä hiilidioksidipitoisuus x 10) Huone on suunniteltu kahdelle vanhukselle.

Taulukko 6. Kahden hengen huoneen hiilidioksidipitoisuuden ja lämpötilan loggerointi





Ulkoilman lämpötila 22.2-1.3.2010

5.3.2.1 Hiilidioksidimittauksen johtopäätökset

Viiden hengen huoneesta mitatut pitoisuudet pysyivät lähes koko mittausjakson ajan alle 1000 ppm:n.

Kahden hengen huoneesta mitatut pitoisuudet ylittivät 1500 ppm:n rajan lähes jokaisena yönä. 2000 ppm:n raja ylittyi yhden kerran 23.2 aamuyöstä.

Ulkoilman lämpötilalla ei ollut merkitystä hiilidioksidipitoisuuteen.

Asumisterveysohjeen mukaan sisäilma ei enää täytä terveydensuojelulain vaatimuksia, jos hiilidioksidipitoisuus on yli 2 700 mg/m³ eli 1 500 ppm. Jo tätä pienemmät pitoisuudet voivat aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työskentelytehon huononemista. Tyydyttävän ilmanlaadun rajana pidetään 1200 ppm:n pitoisuutta.

Hiilidioksidipitoisuutta käytetään tavallisesti ilmanvaihdon mitoituksen perusteena. Mikäli ulkoilmavirtojen säätö tapahtuu sisäilman hiilidioksidipitoisuuden perusteella, säätöarvona käytetään pitoisuutta 800 ppm.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus kuvastaa ilmanvaihdon riittävyyttä suhteessa ihmisten aiheuttamaan kuormitukseen.

Kun hiilidioksidipitoisuus nousee riittävän korkeaksi, alkaa se vaikuttaa hengityskeskukseen ja sen seurauksena hengitys kiihtyy (ilma loppuu huoneesta). Korkea hiilidioksidipitoisuus sisäilmassa aiheuttaa tunkkaisuuden tunteen, väsymystä, päänsärkyä ja näiden seurauksena työtehon alenemisen. (Sisäilmayhdistys)

Kaikissa kahden hengen huoneissa on suunniteltu tuloilmamäärä 12 l/s. On oletettava, että muissa huoneissa on myös hiilidioksidipitoisuudet samansuuntaiset kuin mitatussa.

Näin ollen rakennuksen ilmanvaihto ei ole riittävä.

5.3.3. Oirekyselyt

Oirekysely osoitettiin 53 työntekijälle joista siihen vastasi 35. Vastausprosentti oli 66 %. Hoiva osaston vastausprosentti oli 55 %, Hopea-hovin 82 % ja Ryhmäkotien 86 %. Eniten sisäilman haittatekijöistä työntekijät valittivat hoivaosastolla kuivasta ilmasta 65 %, heikosta valaistuksesta/häikäisystä 65 %, tunkkainen (huono)ilma 65 %, epämiellyttävästä hajusta 55 % ja havaittava pölystä ja liasta 55 %. Vastaavasti Hopeahovissa valitettiin kuivasta ilmasta 80 %, havaittavasta pölystä ja liasta 80 %, heikosta valaistuksesta/häikäisystä 65 %, tunkkainen (huono) ilma 55 % ja liian korkeasta lämpötilasta 55 %. Ryhmäkodissa valitettiin tunkkaisesta (huono) ilmasta 70 %, heikosta valaistuksesta/ häikäisystä 60 %.

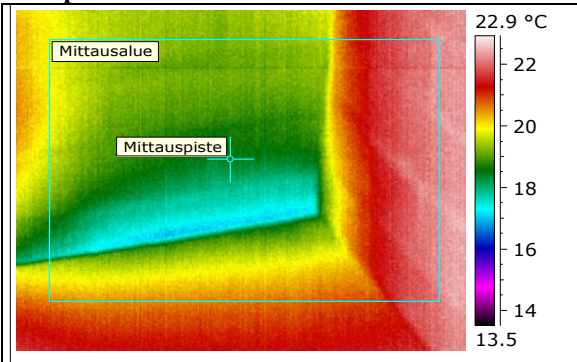
Henkilökunnalla oli eniten ärsytysoireita (nenän ärtyminen keskimäärin 50 %, silmien ärtyminen 27 %, käheys / kurkun kuivuus 35 %) ja yleisoireita (päänsärkyä 30–35 %, väsymistä keskimäärin 30 %). Oireista suurin osa oli Hopeahovin ja hoivaosaston työntekijöillä.

5.3.4 Lämpökuvaus

Vanhustyönkeskuksen lämpökuvaus suoritettiin 2.2.2010.

Kuvauspaikka: Yöpartion huone oik. alanurkka.	Kuvauspäivämäärä: 2.2.2010
------------------------------------------------------	-----------------------------------

Lämpökuva



Valokuva



Nro 1.

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila	18.5 °C	Emissiivisyys (Lämpökuvasta)	0.96
Mittausalue maks. lämpötila	22.4 °C	Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	23.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	16.8 °C	Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	76	Kameratyyppi	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	82	Kameran sarjanumero	23401903

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus/tuulen suunta	0 m/s
Pilvisyys	Pilvistä
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-4.99

Sisäilman olosuhteet

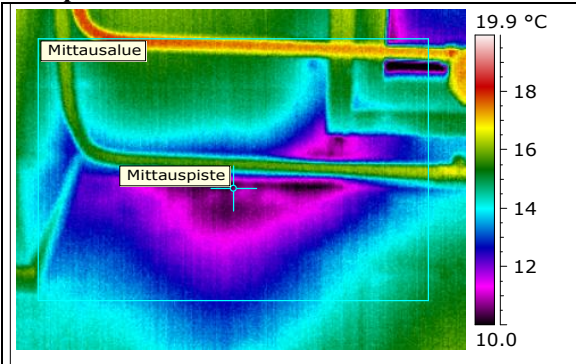
Sisäilman suhteellinen kosteus	20.0 %
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1,2 Pa
Sisäilman lämpötila (Ilman lämpötila lämpökuvasta)	23.7 °C

Kommentit: Huoneessa vahva mikrobihaju. Ulkoseinän ja lattianrajakohdassa rako. Ko. kohdassa lämpö ja ilmavuotoa. Tilassa lisäksi lattiassa viemärin tarkastusluukku.

Kuvauspaikka: Hissin viereinen käytävä. Ky-
län puoleinen ikkuna.

Kuvauspäivämäärä: 2.2.2010

Lämpökuva



Nro 2.

Valokuva



Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila	10.7 °C	Emissiivisyys (Lämpökuvasta)	0.96
Mittausalue maks. lämpötila	18.1 °C	Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	23.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	8.4 °C	Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	47	Kameratyyppe	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	55	Kameran sarjanumero	23401903

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus/tuulen suunta	0 m/s
Pilvisyys	Pilvistä
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-4.99

Sisäilman olosuhteet

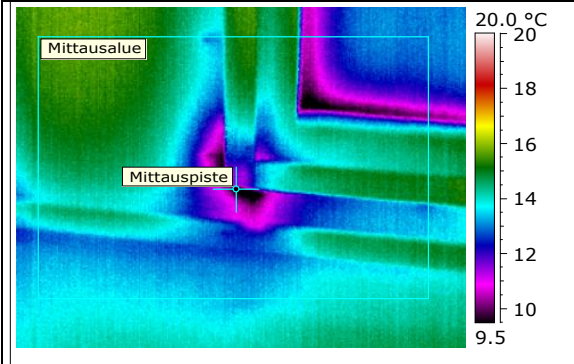
Sisäilman suhteellinen kosteus	20.0 %
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-0,0- -6,6 Pa
Sisäilman lämpötila (Ilman lämpötila lämpökuvasta)	23.7 °C

Kommentit: Lämpövuotoa.

Kuvauspaikka: Hissin viereinen käytävä. Pihan puoleinen ikkuna.

Kuvauspäivämäärä: 2.2.2010

Lämpökuva



Nro 3.

Valokuva



Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila	9.1 °C
Mittausalue maks. lämpötila	16.0 °C
Mittausalue min. lämpötila	8.5 °C
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	47
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	49

Emissiivisyys (Lämpökuvasta)	0.96
Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	23.8 °C
Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Kameratyyppi	P25 PAL
Kameran sarjanumero	23401903

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus/tuulen suunta	0 m/s
Pilvisyys	Pilvistä
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-4.99

Sisäilman olosuhteet

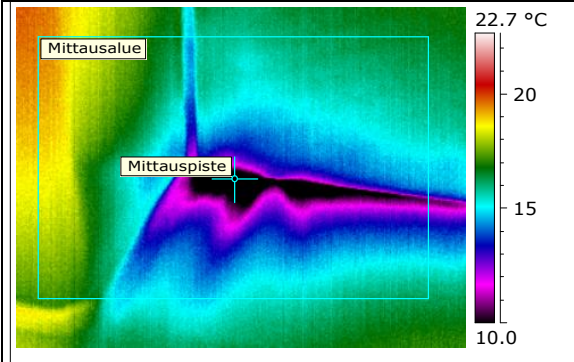
Sisäilman suhteellinen kosteus	20.0 %
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-0,0- -6,6Pa
Sisäilman lämpötila (Ilman lämpötila lämpökuvasta)	23.7 °C

Kommentit: Ikkunan karmin ja seinärakenteen välissä lämpövuoto. Eristeet puuttuvat ko. kohdasta.

Kuvauspaikka: Naisten intervallihuoneen parvekeoven alareuna.

Kuvauspäivämäärä: 2.2.2010

Lämpökuva



Nro 4.

Valokuva



Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila	6.4 °C	Emissiivisyys (Lämpökuvasta)	0.96
Mittausalue maks. lämpötila	19.8 °C	Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	23.8 °C
Mittausalue min. lämpötila	5.7 °C	Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	37	Kameratyyppe	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	40	Kameran sarjanumero	23401903

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus/tuulen suunta	0 m/s
Pilvisyys	Pilvistä
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-4.99

Sisäilman olosuhteet

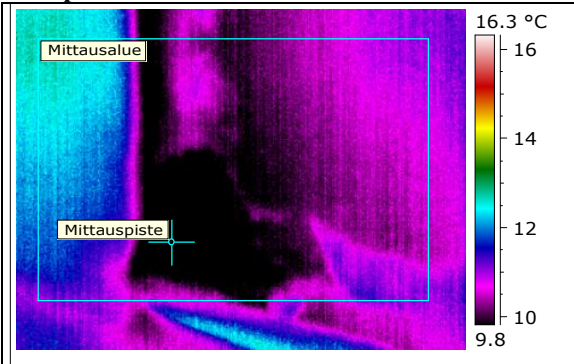
Sisäilman suhteellinen kosteus	20.0 %
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1,2 Pa
Sisäilman lämpötila (Ilman lämpötila lämpökuvasta)	23.7 °C

Kommentit: Ilmavuotoa. Ovillehti kiero tai tiivistyksessä puutteita.

Kuvauspaikka: Tk:n ja vtk:n välisen yhdyskäytävän seinä

Kuvauspäivämäärä: 2.2.2010

Lämpökuva



Nro 5.

Valokuva



Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila	9.1 °C	Emissiivisyys (Lämpökuvasta)	0.96
Mittausalue maks. lämpötila	13.1 °C	Heijastuva lämpötila (LHei lämpökuvasta)	14.3 °C
Mittausalue min. lämpötila	8.4 °C	Etäisyys (Lämpökuvasta)	2.0 m
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	69	Kameratyyppe	P25 PAL
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	73	Kameran sarjanumero	23401903

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus/tuulen suunta	0 m/s
Pilvisyys	Pilvistä
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	-4.99

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus	20.0 %
Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	
Sisäilman lämpötila (Ilman lämpötila lämpökuvasta)	14.3 °C

Kommentit: Kosteusvaurio. Kylmäsilta.

5.3.4.1 Lämpökuvauksen tulokset ja johtopäätökset

Seinän ja ulkovaipan liitoskohtien sekä läpivientien pistemäistä lämpötilaa kuvaava välttävän tason lämpötilaindeksi on = 61 %. Suoritetussa kuvauksessa alittui ko. indeksi useita kertoja.

Useassa kuvassa on kohtia mitkä on tulkittavissa ilmavuodoiksi. Ilmavuotoihin on suhtauduttava aina vakavasti. Kylmän ulkoilman vuotaminen asuintiloihin vaikuttaa ensisijaisesti viihtyvyyteen, koska se aiheuttaa vetoa. Pahimmassa tapauksessa ilmavuoto aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteisiin, kun rakenteen sisäpinta jäähtyy kastepisteen alapuolelle. Samalla homehtumisriski kasvaa. Ilmavuotojen mukana voi tulla epäpuhtauksia rakenteista ja ulkoilmasta.

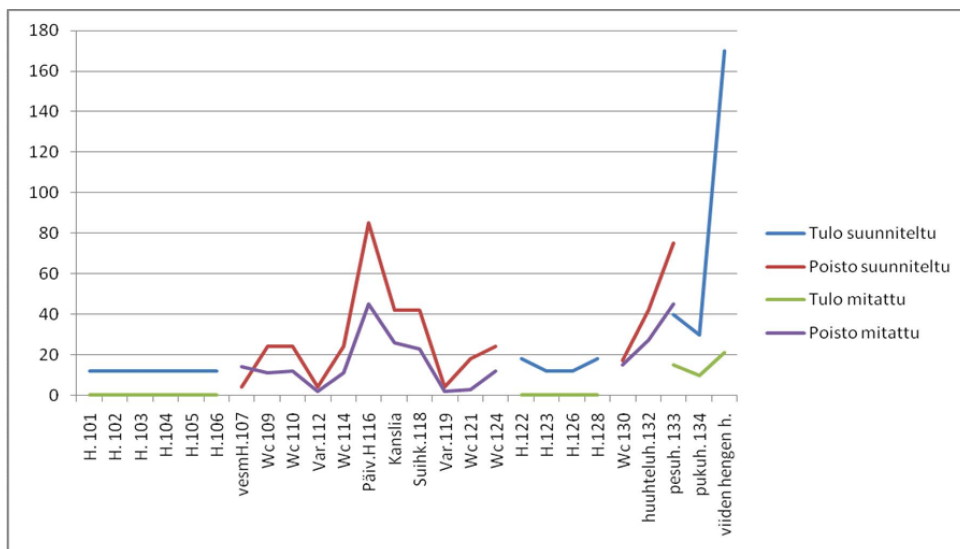
Muutamassa kuvassa on havaittavissa lämpövuotoa nurkka ja ylä/ ala/ välipohjaliitoksista. Vaikka kyseessä ei olekaan ilmavuoto, niin tällainen vika rakenteessa aiheuttaa vedon tunnetta. Jos ilmasulussa on pienikin reikä, niin ilma pääsee liikkumaan eristystilassa aiheuttaen rakenteen jäähtymistä.

5.4 ILMANVAIHDON MITTAUKSET JA PUHTAUDEN ARVIOINTI

11.3.2010 mitattiin ilmamääriä päätelaitteista ja kanavista. Taulukossa 7 on rakentamisvuoden D2 määräysten mukaiset ilmamäärät, suunnittelijan suunnittelemat ilmamäärät, mitatut ilmamäärät ja vuoden 2003 D2 mukaiset ilmamäärät.

Taulukko 7. Rakentamisvuoden D2 määräysten mukaiset ilmamäärät, suunnittelijan suunnittelemat ilmamäärät, mitatut ilmamäärät ja vuoden 2003 D2 mukaiset ilmamäärät. (l/s)

Huonetila	Määräys -78		Suunniteltu		Mitattu		Määräys -03	
	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto	Tulo	Poisto
H. 101	18		12		0		24	
H. 102	18		12		0		24	
H. 103	18		12		0		24	
H.104	18		12		0		24	
H.105	18		12		0		24	
H.106	18		12		0		24	
vesmH.107		3		4		14		
Wc 109		8		24		11		30
Wc 110		8		24		12		30
Var.112		3		4		2		4
Wc 114		8		24		11		30
Päiv.H 116	73		85	85	50	45	78	80
Kanslia				42		26		25
Suihk.118				42		23		25
Var.119				4		2		4
Wc 121		8		18		3		30
Wc 124		8		24		12		30
H.122	25		18		0		33	
H.123	18		12		0		24	
H.126	18		12		0		24	
H.128	24		18		0		31	
Wc 130		8		17		15		30
Huuhteluh.132				42		27		59
pesuh. 133	40		40	75	15	45	40	90
pukuh. 134	22		30		10		20	
viiden hengen h.			170	170	21	28	50	



Kuva 24. Eri aikakauden mitoitukset sekä mitatut tulo- ja poistoilmamäärät.

Tulokone 1 (TK-1 asuinhuoneiden ilmanvaihto) suunniteltu tuloilmamäärä on 1250 l/s ja sen mitattu ilmamäärä on 1180 l/s. Tulokone 2 (TK-2 käytävien ja päivätoimintatilojen ilmanvaihto) suunniteltu ilmamäärä on 2638 l/s ja sen mitattu ilmamäärä on 1230 l/s.

Puhtauskriteerit ja niiden arviointi.

Visuaalisen asteikon raja-arvot perustuvat käytössä oleviin puhtausluokkiin P1 ja P2. (LVI 05-10318, KH 27-00337, Sisäilmayhdistys, 2001). Käytössä olevan P1-puhtausluokkaan määritellyn järjestelmän likakertymän tulee olla alle 2,0 g/m² ja P2-puhtausluokkaan määritellyn järjestelmän likakertymän alle 5,0 g/m². Kanaviin ja tuloilmakoneen osiin jäänyttä metallijauhetta ja muuta karkeaa likaa koskevat samat enimmäismäärät kuin pölykertymääkin. Usein karkea lika on sekoittunut pölykerrokseen, jolloin se sisältyy pölykertymä määritykseen. Jos karkea lika erottuu selvästi muusta liasta, on sen määrä arvioitava erikseen.

Ennen puhtausluokitusta asennettujen voiteluainejäämiä sisältävien järjestelmien

puhtausluokkaa merkitään koodeilla P1v tai P2v niille asetetusta puhtaustasosta 2 tai 5 g/m² riippuen. (LVI 39 – 10409 kortti). Kanavien ja iv- koneiden puhtauden tarkistus tehtiin LVI 39-10409 kortin mukaisesti.

5.4.1 Ilmanvaihdon mittauksien ja puhtauden arvioinnin johtopäätökset

Ilmanvaihdon mittausten tavoitteena oli kartoittaa nykyisen ilmanvaihdon taso. Kartoituksessa ja mittauksissa todettiin, että osa ilmamääristä on jo alunperin mitoitettu liian pieneksi. Toisaalta huonetilojen käyttö on monelta osin muuttunut alkuperäisestä. Mittauksissa saatiin selville, että suunniteltu siirtoilmanvaihtoon perustuva asuinhuoneiden ilmanvaihto ei ole toimiva ja osa kanavista on rakennettu suunniteltua pienemmiksi. Tuloilmakone 1 (TK 1) toimii suunnitellulla tavalla ja mitoituksella. Tuloilmakone 2 (TK 2) ilmamäärät olivat alle puolet sen alkuperäisestä mitoituksesta.

Ilmanvaihtokoneet ja -kanavat on puhdistettu vuonna 2008. Kanavien ja koneiden puhtauden tarkastuksessa todettiin, että kanavat ovat puhtaita (Kuva 25). Tuloilmakoneiden suodattimet olivat molemmissa koneissa väljästi kiinni. Näin ollen suodattimien ohivirtausta voi esiintyä. TK 1:n puhaltimen toinen kiilahihna oli löysällä ja vinkui ja lämmön talteenottokammion pohjalla oli vesivuotojälkiä (Kuva 26). TK 2:n tuloilmapuhaltimen laakerit äänsivät ja lämmön talteenottokammion pohjalla oli runsaasti voiteluaine- ja vesivuoto jälkiä ja –jäämiä (Kuva 27) . Iv- konehuoneen lattiakaivo oli erittäin likainen (Kuva 28).



Kuva 25. Iv- kanavat olivat puhtaita



Kuva 26. Vesi- ja voiteluainejäämiä TK 1:n lämmön talteenottokammion pohjalla



Kuva 27. Vesi- ja voiteluainejäämiä TK 2:n lämmön talteenottokammion pohjalla



Kuva 28. Iv- konehuoneen lattiakaivo likainen

5.5 RAKENNUKSEN PAINEOLOSUHTEET

Paine-eromittaus tehtiin Airflow TA 460 digitaalisella paine-ero mittarilla rakennuksen ulkovaipan yli ulko-ovista ja ikkunoista. Rakennuksen sisäisiä paine-eroja mitattiin eri huoneiden välillä.

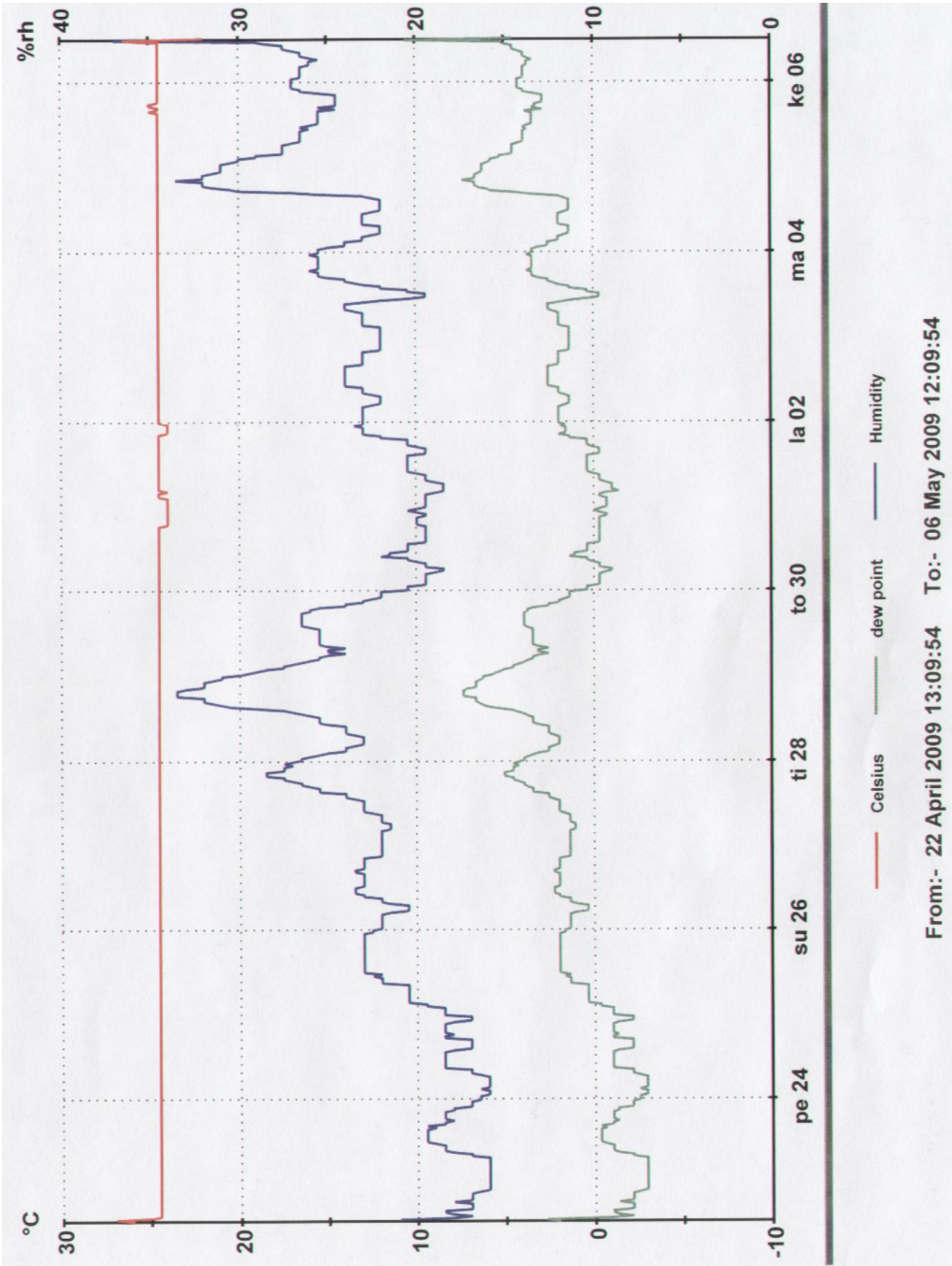
Ulkovaipan yli vallitsi yleensä hyvin pieni paine-ero (0...-1,6 Pa). Mutta esim. pesuhuone 133 ja käytävän välillä oli ylipaine. Pesuhuone 134 oli hivenen (+0,3 Pa) ylipaineinen käytävään nähden. Tämä osaltaan selittää pesuhuoneen ympärille levinneen kosteusvaurion.

Terveyskeskuksen ja vanhustyönkeskuksen välisen yhdystunnelin paine-ero vaihteli siten, että se oli välillä vanhustyönkeskuksen- ja välillä terveyskeskukseen päin ylipaineinen. Tunnelissa olevat kosteusvauriomikrobit voivat näin ollen kulkeutua molempiin suuntiin.

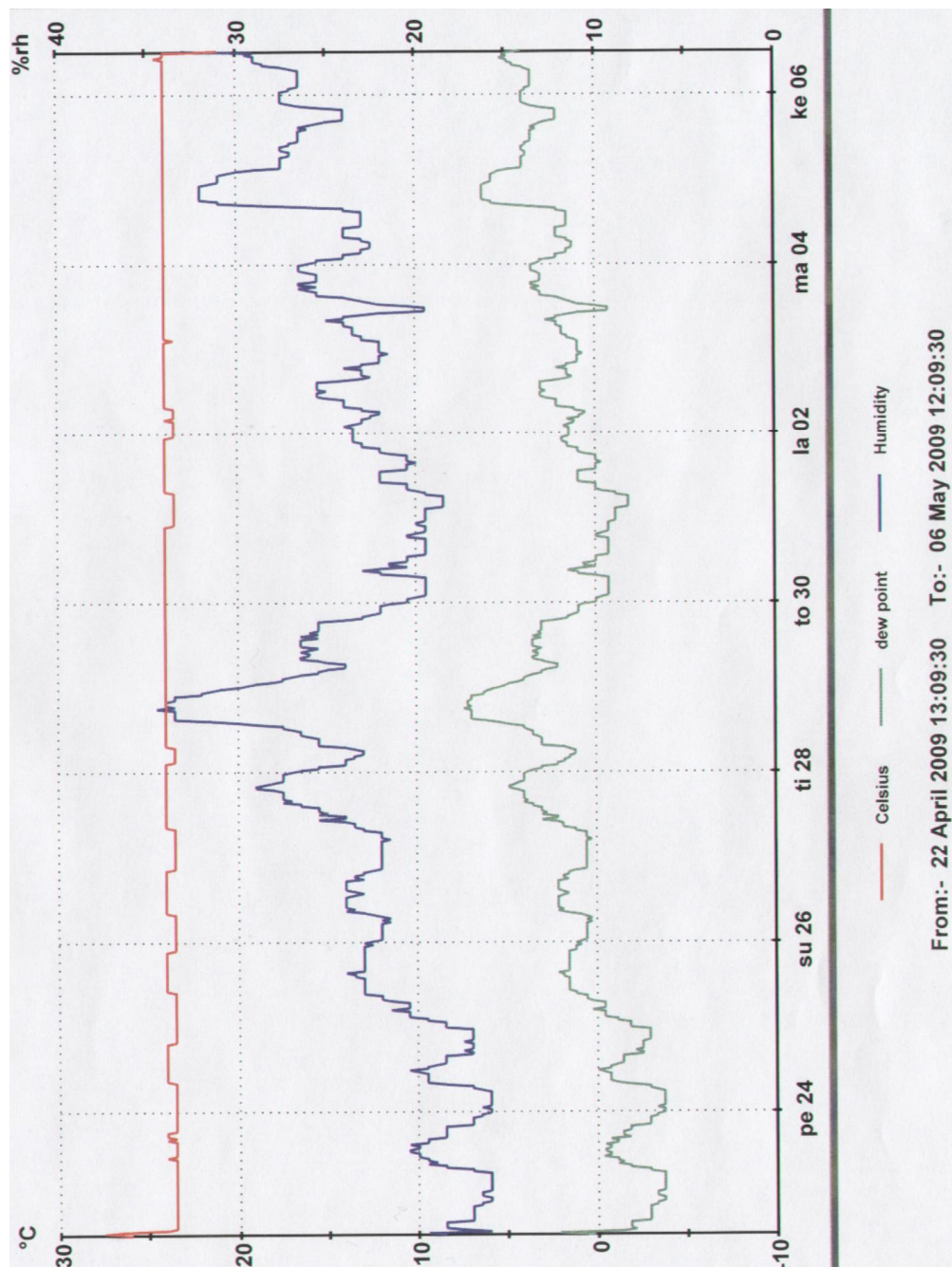
5.6 LÄMPÖTILAN JA SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MITTAUS

Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuranta tehtiin 22.4 – 6.5.2009 välisenä aikana. Loggeri 1 (Taulukko 8) oli työntekijöiden taukahuoneessa olevan kaapin päällä. Loggeri 2 (Taulukko 9) oli ryhmäkoti Ilonan käytävän lasivitriinin päällä ja loggeri 3 (Taulukko 10) oli ulkona sisääntulokatoksen kohdalla puusäleikköaidassa.

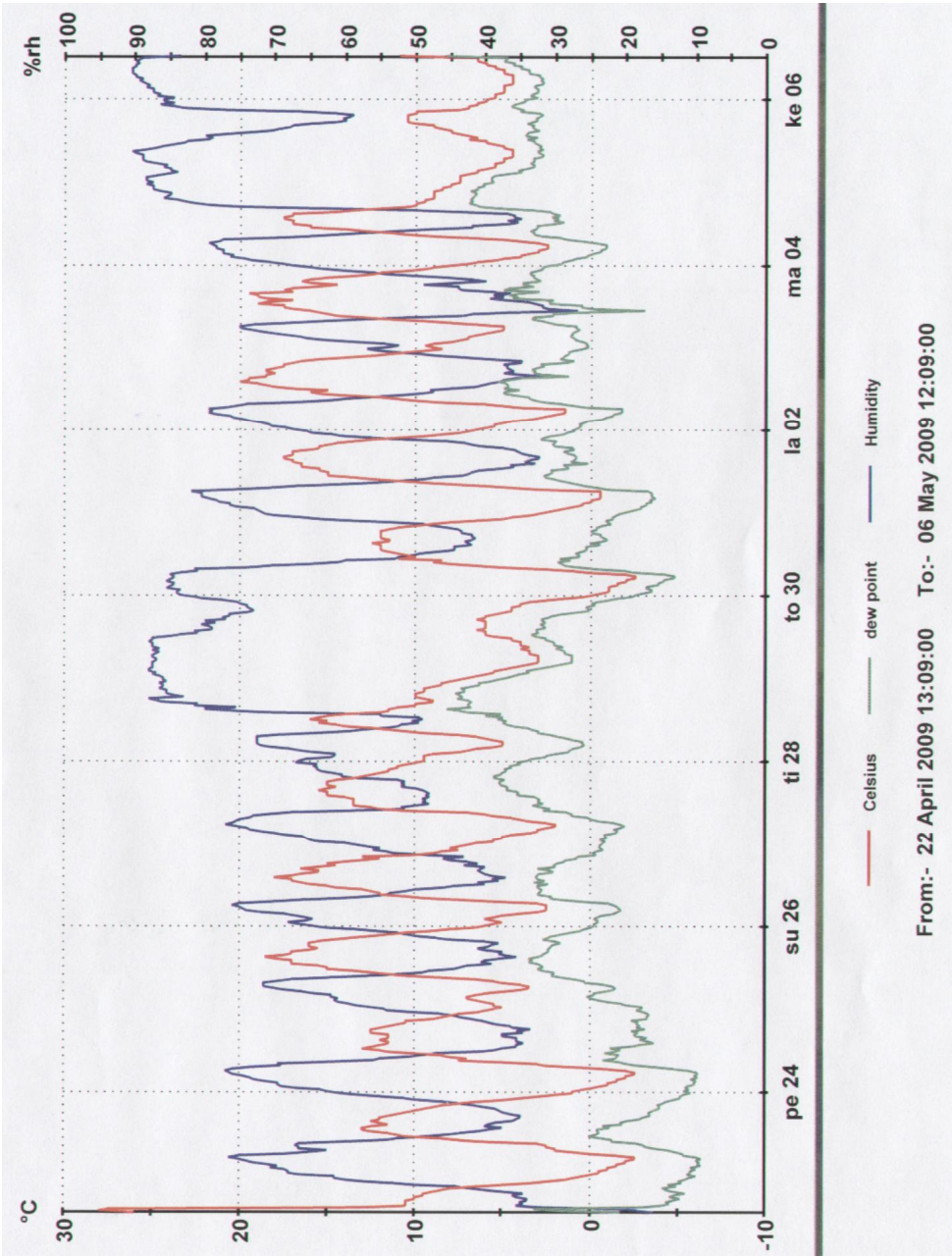
Taulukko 8. Työtekijöiden taukokuoneen suhteellisen kosteuden ja lämpötilan loggerointi



Taulukko 9. Ryhmäkoti Ilonan suhteellisen kosteuden ja lämpötilan loggerointi



Taulukko 10. Ulkoilman mittausarvot



Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittausten johtopäätökset:

Sisäilman suhteellinen kosteus oli suoraan riippuvainen ulkoilman kosteudesta ja lämpötilasta. Keskimäärin sisäilman suhteellinen kosteus RH oli 25 %. Lämpötila pysytteli koko mittausjakson ajan 25 °C:ssa. Työntekijöiden mukaan lämpötila nousi kesäaikaan hellepäivinä jopa 30 °C:n.

6. Yhteenveto ja johtopäätökset

Kuntotarkastus

Rakennusta ympäröivä maanpinta viettää paikoin rakennukseen päin, jolloin sade- ja sulamisvedet aiheuttavat kosteusrasituksen sokkeli- ja alapohjarakenteisiin, joista kosteus siirtyy kapillaarisesti seinäarakenteisiin vaurioittaen seinärakenteen eristekerrosta. Rakennuksen sokkelin vieressä ja osassa ikkunoiden alaosa olevat istutukset lisäävät sokkeli- ja seinäarakenteisiin kohdistuvaa kosteutta. Sokkelirakenteessa ei ole vesieristystä maaperän ja sokkelirakenteen välissä.

Rakennuksen kaikissa pesutiloissa ja keittiössä on kosteusvaurio. Näitä tiloja ympäröivät rakennusosat ovat myös vaurioituneet. Mikrobin haitallisia aineenvaihduntatuotteita tulee vauriokohdista ja rakenteiden rajakohdista aika ajoin sisäilmaan. Nämä lisäävät ennestään huonoa sisäilman laatua.

Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihtokoneet eivät ole kunnossa. Ilmanvaihtoa ei ole mitoitettu niin suurelle henkilömäärälle, kuin tällä hetkellä rakennuksessa työskentelee ja asuu. Ilmanvaihtojärjestelmä lisää aika-ajoin rakennuksen alipaineisuutta, jolloin myös mahdolliset ulkovaipan vaurioituneista materiaaleista johtuvat epäpuhtaudet leviävät sisäilmaan.

Ilmanvaihdon korvausilmaa tulee paikoin maanvastaisten seinärakenteiden ja va-lesokkelien kautta, joissa voi olla mikrobivaurioituneita materiaaleja. Maaperässä ja alushiekassa on yleensä aina mikrobeja. Terveyskeskuksen ja vanhustyönkeskuksen välisen yhdystunnelin korjaamattomista kosteusvaurioista tulee paine-erojen ja il-mavirtauksien vaikutuksesta mikrobeja sisäilmaan. Lisäksi tunnelissa kulkevat altis-tuvat mikrobeille.

Sisäilman epäpuhtaudet ja terveysvaikutukset

Työpaikalla tehdyissä mittauksissa materiaalinäytteestä löytyi runsaasti kosteusvau-rio-mikrobeja. Yöpartion huoneesta löytyi erilaisia kosteusvaurioon viittaavia mikro-beja. Ilmavirtojen mukana rakenteissa olevat epäpuhtaudet siirtyvät hengitysilmaan. Työntekijöiden altistuminen mikrobeille on mahdollista. Työntekijöillä on esiintynyt työpaikkaan liittyviä terveysoireilua. Edellä mainittujen seikkojen perusteella ris-kinarviossa voidaan päätyä vähintäänkin kohtalaiseen riskiin. Työpaikalla on syytä ryhtyä tarvittaviin toimenpiteisiin mikrobialtistumisen vähentämiseksi ja lopettami-seksi.

Mikrobien aiheuttamat tavallisimmat terveyshaitat ovat silmien, hengitysteiden ja ihon ärsytysoireita, myös toistuvia infektioita saattaa esiintyä. Pieni osa altistuneista voi herkistyä mikrobeille ja saada esimerkiksi allergisen nuhan tai astmaoireita.

Työterveyshuollon tulee seurata rakennuksessa työskentelevien henkilöiden tervey- dentilaa ja oireita. Hengitystieoireileville suositellaan työpaikka-PEF-seurannan te- kemistä. Oireilevien työntekijöiden sijoittamista toisiin työskentelytiloihin voidaan joutua arvioimaan. Yksilölliset erot eri henkilöiden oireiden määrässä voivat vaihdel- la paljonkin: aiemmin epäpuhtauksille herkistyneet, allergiset ja astmaatikot voivat oireilla muita herkemmin.

7. Korjaussuositukset

Suosittelen seuraavia jatkotoimenpiteitä sisäilman laadun parantamiseksi:

Suosittelen ilmanvaihtojärjestelmän uusimista Suomen rakentamismääräyskokoelman D2:n annettujen ohjearvojen vaatimalle tasolle tai asukasmäärän vähentämistä tasolle, jossa ilmanvaihto on riittävä.

Ilmanvaihtojärjestelmän suodattimien suodatinluokkana tulisi olla F7 / EU7 ja karkeasuodattimen luokkana F5 / EU5. Tuloilmamäärien tulisi olla Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaiset. Äänenvaimentimien eristeiden kunto tulee tarkastaa.

Suosittelen rakennusta ympäröivien maa-alueiden muuttamista rakennuksesta pois päin viettäväksi. Lisäksi rakennuksen sokkeliin tulisi asentaa vedeneristys. Viherkasvi-istutukset tulisi poistaa rakennuksen sokkeli- ja seinärakenteiden läheisyydestä. Lisäksi vedenpaineelle alttiit rakenteet tulisi varustaa hallittuun vuotoon ja vuotoveden poistamiseen perustavalla järjestelmällä (Suomen rakentamismääräyskokoelma C2, 1998). Korjausten yhteydessä tulisi selvittää koko rakennusta ympäröivän maan salaojituksen riittävyys ja toimivuus.

Suosittelen kaikkien pesutilojen ja keittiön rakenteiden ja niitä ympäröivien rakenteiden kunnostusta. Suosittelen kaikkien ulkoseinien ja lattioiden rajakohtien sekä ikkunoiden ja ikkunapenkkien rajakohtien tarkastamista ja mahdollisten niissä olevien puutteiden, kuten rakojen tiivistämistä ilmatiiviiksi.

Suosittelen että siivoustyön tasoa nostetaan.

Mikrobivaurioiden korjaaminen

Korjauksissa tulee noudattaa Ratu korttien 82-0239 ja 82-0236 ohjeita, joissa on esitetty turvallisia työmenetelmiä kosteus- ja mikrobivaurioituneiden ja asbestia sisältävien rakenteiden purkamiseen. Kosteusvauriokorjauksissa tulee estää pölyn leviäminen ympäröiviin tiloihin eristämällä korjauskohta. Mikäli korjauskohdan läheisyydessä on ilmanvaihtoventtiileitä, tulee pölyn leviäminen myös niihin estää.

Korjaustyöntekijöiden tulee suojautua homepölyltä kokonaamarilla, joka on varustettu hiukkas- (P3) ja kaasusuodattimilla (A2), ja riittävällä suojavaatetuksella (ihoaltistuksen estämiseksi). Korjausten jälkeen korjatut ja korjauksen lähellä olevat tilat tulee huolellisesti siivota, jotta kaikki pinnoille kertynyt homepöly saadaan poistettua liitteessä 4 olevan siivousohjeen mukaisesti.

8. Lähdeluettelo

<http://indooraid.com/homejaterveys/index.php/aktinobakteerimenu> (5.3.2010)

Liike- ja toimistorakennuksen kuntoarvio- kirja. Ympäristöopas 28. Ympärisöminis-
teriö. 1998

Paloniitty S. ja Kauppinen T. Rakennusten lämpökuvaus. 2006. Rakennusteolli-
suusRT ry.

Palomäki E. Uitti J. ja Rantanen S. 2002. Sisäilmaongelmat ja kosteusvauriot terveys-
haittojen aiheuttajina.

RATU 82-0239. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Rakennustie-
tosäätö 2000.

RATU 82-0236. Asbestia sisältävien rakenteiden purku. Rakennustietosäätö 2009.

Saarela K., Järnström H., Villberg K. TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ko-
konaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys
raportti 23. 115-120

Sisäilmastoluokitus 2000. Sisäilmastoyhdistys julkaisu 5/2001.

Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäilmastoyhdistys julkaisu 5.

Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Asumisterveysohje. Oy Edita Ab. Hel-
sinki

Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysopas 2009.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Veden- ja kosteudeneristys. Määräykset 1976. Helsinki 1975.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki 1998.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 1978.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2003. Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Helsinki 2002

Terveydensuojelulaki (763/ 1994)

Työterveyshuoltolaki 1383/2001.

Työturvallisuuslaki 738/2002.

9. Liitteet

1. Ilmanvaihtokoneiden puhtauden tarkistuslistat
2. Ilmanvaihtokoneiden puhtauden tarkastuslomakkeet
3. Sisäilmakeskuksen siivoustyöohje

ILMANVAIHTOKONEEN PUHTAUDEN TARKASTUSLISTA

Kiinteistön tiedot

Kiinteistö: Pielaveden vanhustyönkeskus Osoite: <hr/> Omistaja: Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyön kuntayhtymä

IV-järjestelmän tiedot

IV-kone: TK 1 Puhtausluokka (P1, P2, P1_v, P2_v ei luokitusta): Luokittelematon Puhdistustarpeen arviointi: X Puhdistustyön tuloksen arviointi: <input type="checkbox"/> Järjestelmä on asennettu: 1981 Järjestelmä on puhdistettu: 2008

Ilmanvaihtokoneen eri osien puhtaus

Koneen osa	Puhdas	Puhdistettava	Huomautukset
Ulkoilmasäleikkö	X		
Raitisilmakammio	X		
Raitisilmapelti	X		
Suodatinkammiot	X		Tuloilmapuhaltimen moottorin toinen hihna löysällä
Lämmön talteenotto		X	Kammion pohjalla vesivuotojälkiä
Lämmityspatterit	X		
Jäähdytyspatterit	-		
Patterikammiot	X		
Kostutuslaitteet	-		
Puhallin		X	
Äänenvaimentimet	X		Metalliverkko suojana. Kuituvaara ?

Keskimääräinen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1_v-luokissa 2,0 g/m² ja P2/P2_v-luokissa 5,0 g/m²
Yksittäisen pisteen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1_v-luokissa 4,0 g/m² ja P2/P2_v-luokissa 10,0 g/m²

Ilmanvaihtokoneen eri osien toimivuus

Suodattimet

Tarkastuksen kohde	Huomautukset ja arvio likakertymästä
Esi- ja hienosuodattimet ovat ehjät ja ne on vaihdettu asianmukaisesti	OK
Sadeveden pääsy suodattimille on estetty	OK
Suodattimien koskettamisen kammion pohjaan on estetty	OK
Tiivisteet ovat ehjiä ja suodatinkasetit tiiviisti paikoillaan	Poistoilman suodattimien kasetit liian väljiä.

Äänenvaimentimet

Tarkastuksen kohde	Huomautukset ja arvio likakertymästä
Äänenvaimentimet ovat puhtaat	OK
Äänenvaimennusmateriaalin kuitusuoja on ehjä	Metalliverkko

Viemäröinti ja lattiakaivot

Tarkastuksen kohde	Huomautukset ja arvio likakertymästä
IV-koneen osien viemäröinti ja niiden vesilukot ovat kunnossa ja puhtaat	OK
IV-konehuoneen viemäröinti ja niiden vesilukot ovat kunnossa ja puhtaat	Lattiakaivo likainen

Tarkastuksen tulos

X	Ilmanvaihtokone hyväksytään suunniteltuun puhtausluokkaan
	Puhtauden määrittämiseksi tarvitaan lisämittauksia
	Iv-kone on puhdistettava osittain
	Iv-kone on puhdistettava kokonaan
Tarkastaja: MittaVaT Oy Jouni Tissari Päiväys: 25.3.2010 Allekirjoitus: _____	

Huomioita: Äänenvaimentimista voi päästä kanaviin kuituja.

ILMANVAIHTOKONEEN PUHTAUDEN TARKASTUSLISTA

Kiinteistön tiedot

Kiinteistö: Pielaveden vanhustyönkeskus Osoite: <hr/> Omistaja: Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyön kuntayhtymä

IV-järjestelmän tiedot

IV-kone: TK 2 Puhtausluokka (P1, P2, P1_v, P2_v ei luokitusta): Luokittelematon Puhdistustarpeen arviointi: X Puhdistustyön tuloksen arviointi: <input type="checkbox"/> Järjestelmä on asennettu: 1981 Järjestelmä on puhdistettu: 2008

Ilmanvaihtokoneen eri osien puhtaus

Koneen osa	Puhdas	Puhdistettava	Huomautukset
Ulkoilmasäleikkö	X		
Raitisilmakammio	X		
Raitisilmapelti	X		
Suodatinkammiot	X		Tuloilmapuhaltimen laakerit ääntävät
Lämmön talteenotto		X	Kammion pohjalla öjy- ja vesivuotojälkiä
Lämmityspatterit	X		
Jäähdytyspatterit	-		
Patterikammiot	X		
Kostutuslaitteet	-		
Puhallin		X	
Äänenvaimentimet	X		Metalliverkko suojana. Kuituvaara ?

Keskimääräinen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1_v-luokissa 2,0 g/m² ja P2/P2_v-luokissa 5,0 g/m²
Yksittäisen pisteen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1_v-luokissa 4,0 g/m² ja P2/P2_v-luokissa 10,0 g/m²

Ilmanvaihtokoneen eri osien toimivuus

Suodattimet

Tarkastuksen kohde	Huomautukset ja arvio likakertymästä
Esi- ja hienosuodattimet ovat ehjät ja ne on vaihdettu asianmukaisesti	OK
Sadeveden pääsy suodattimille on estetty	OK
Suodattimien koskettaminen kammion pohjaan on estetty	OK
Tiivisteet ovat ehjiä ja suodatinkasetit tiiviisti paikoillaan	Poistoilman suodattimien kasetit liian väljiä.

Äänenvaimentimet

Tarkastuksen kohde	Huomautukset ja arvio likakertymästä
Äänenvaimentimet ovat puhtaat	OK
Äänenvaimennusmateriaalin kuitusuoja on ehjä	Metalliverkko

Viemäröinti ja lattiakaivot

Tarkastuksen kohde	Huomautukset ja arvio likakertymästä
IV-koneen osien viemäröinti ja niiden vesilukot ovat kunnossa ja puhtaat	OK
IV-konehuoneen viemäröinti ja niiden vesilukot ovat kunnossa ja puhtaat	Lattiakaivo likainen

Tarkastuksen tulos

X	Ilmanvaihtokone hyväksytään suunniteltuun puhtausluokkaan
	Puhtauden määrittämiseksi tarvitaan lisämittauksia
	Iv-kone on puhdistettava osittain
	Iv-kone on puhdistettava kokonaan
Tarkastaja: MittaVaT Oy Jouni Tissari Päiväys: 25.3.2010 Allekirjoitus: _____	

Huomioita: Äänenvaimentimista voi päästä kanaviin kuituja.

2. Ilmanvaihtokoneiden puhtauden tarkastuslomakkeet

ILMANVAIHTOKANAVISTON PUHTAUDEN TARKASTUSLISTA

Kiinteistön tiedot

Kiinteistö: Pielaveden vanhustyönkeskus

Osoite: _____

Omistaja: Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyö kuntayhtymä.

IV-järjestelmän tiedot

IV-kone: TK 1

Tarkastettava alue: Huonetiloihin koneelta lähtevät kanavat

Puhtausluokka (P1, P2, P1_v, P2_v ei luokitusta): Ei luokitusta

Puhdistustarpeen arviointi: X

Puhdistustyön tuloksen arviointi: ☐

Järjestelmä on asennettu: 1981

Järjestelmä on puhdistettu: 2008

Huomautuksia

Ilmanvaihtokanaviston puhtaus tarkastuspisteittäin

Keskimääräinen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1 _v -luokissa 2,0 g/m ² ja P2/P2 _v -luokissa 5,0 g/m ² Yksittäisen pisteen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1 _v -luokissa 4,0 g/m ² ja P2/P2 _v -luokissa 10,0 g/m ²	Arvio pölykertymästä (g/m ²)	Muut epäpuhtaudet			Puhdistus-tarve			Valokuvat
		Voitelu-aine jäämät	Karkea lika	Muut epäpuhtaudet	Puhdas	Palkallinen	Kokonaan	
Tarkastuspisteen sijainti ja kuvaus tarkastuspisteestä								
1. Ilonakotiin lähtevä kanava	0	ei	ei		x			
2. Emiliakotiin lähtevä kanava	0	ei	ei		x			
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								
16.								
17.								
18.								
19.								

Arvioitu pölykertymän keskiarvo: alle määritysrajan

Tarkastuksen tulos

x	Ilmanvaihtokanavisto hyväksytään suunniteltuun puhtausluokkaan
	Puhtauden määrittämiseksi tarvitaan lisämittauksia
	Iv-kanavisto on puhdistettava osittain
	Iv-kanavisto on puhdistettava kokonaan
Tarkastaja: MittaVaT Oy Jouni Tissari	
Päiväys: 25.3.2010 Allekirjoitus: _____	

ILMANVAIHTOKANAVISTON PUHTAUDEN TARKASTUSLISTA

Kiinteistön tiedot

Kiinteistö: Pielaveden vanhustyönkeskus

Osoite: _____

Omistaja: Pielaveden ja Keiteleen kansanterveystyö kuntayhtymä.

IV-järjestelmän tiedot

IV-kone: TK 2

Tarkastettava alue: Huonetiloihin koneelta lähtevät kanavat

Puhtausluokka (P1, P2, P1_v, P2_v ei luokitusta): Ei luokitusta

Puhdistustarpeen arviointi: X

Puhdistustyön tuloksen arviointi: ☐

Järjestelmä on asennettu: 1981

Järjestelmä on puhdistettu: 2008

Huomautuksia

Ilmanvaihtokanaviston puhtaus tarkastuspisteittäin

Keskimääräinen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1 _v -luokissa 2,0 g/m ² ja P2/P2 _v -luokissa 5,0 g/m ² Yksittäisen pisteen pölykertymä ei saa ylittää P1/P1 _v -luokissa 4,0 g/m ² ja P2/P2 _v -luokissa 10,0 g/m ²	Arvio pölykertymästä (g/m ²)	Muut epäpuhtaudet			Puhdistus-tarve			Valokuvat
		Voitelu-aine jäämät	Karkea lika	Muut epäpuhtaudet	Puhdas	Palkallinen	Kokonaan	
Tarkastuspisteen sijainti ja kuvaus tarkastuspisteestä								
1. Ilonakodin käytäville ja oleskelutiloihin lähtevä kanava	0	ei	ei		x			
2. Emiliakodin käytäville ja oleskelutiloihin lähtevä kanava	0	ei	ei		x			
3.								
4.								
5.								
6.								
7.								
8.								
9.								
10.								
11.								
12.								
13.								
14.								
15.								
16.								
17.								
18.								
19.								

Arvioitu pölykertymän keskiarvo: alle määritysrajan

Tarkastuksen tulos

x	Ilmanvaihtokanavisto hyväksytään suunniteltuun puhtausluokkaan
	Puhtauden määrittämiseksi tarvitaan lisämittauksia
	Iv-kanavisto on puhdistettava osittain
	Iv-kanavisto on puhdistettava kokonaan
Tarkastaja: MittaVaT Oy Jouni Tissari	
Päiväys: 25.3.2010 Allekirjoitus: _____	

3. Siivoustyöohje

Sisäilmakeskus

HOMEPURKUTYÖSSÄ SUOJAUTUMINEN JA SHIVOUSTOIMENPITEET

1 PURKUTOIMENPITEIDEN YHTEYDESSÄ TEHTÄVÄT PUHDISTUSTOIMENPITEET

Purku- ja korjaustöiden tekevien työntekijöiden tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia mikrobialtistumisen ehkäisemiseksi (kosteusvauriomikrobeja vastaan). Käsiteltäessä homevaurioituneita materiaaleja tulee hengityksen suojauksessa käyttää vähintään FFP3-luokan (kevytsuojain/EN 149:2001) hengityssuojainta. Hengityksen suojausta voidaan tehostaa mikrobien kaasumaisia ja pölymäisiä epäpuhtauksia suodattavalla yhdistelmäpuolinaamarilla FFA2P3. Kasvot ja käsien iho tulee suojata käyttöön soveltuvien suojaimien esim. kertakäyttösuojaimin/ haalarein. Korjausten toteutuksessa tulee huomioida, että purkutöiden aikana mikrobipitoisuudet nousevat erittäin korkeiksi.

Ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä ilmanvaihtokanavat tulpataan huolellisesti niin, etteivät vapautuvat mikrobit pääse ilmanvaihtokanaviin. Korjausten jälkeen ilmanvaihtokanavat tulee puhdistaa ja tarvittaessa desinfioida sekä tulpata uudelleen ennen varsinaista homepölysiivousta.

Rakennussiivous tehdään hienopöly- tai HEPA- suodattimella varustettua imurilla (harjasiivous kielletty, koska aiheuttaa pölyn leviämistä). Pölyn ja mikrobien leviäminen korjattavista tiloista muihin tiloihin tulee estää erottamalla korjausten alaiset tilat esim. muoviseinin muista tiloista. Korjattavissa tiloissa olevat komerot, laatikot jne. teipataan huolellisesti siivoustarpeen vähentämiseksi. Muoviseinin erotettu tila tulee tehdä alipaineiseksi käyttämällä puhallinta, jossa on hienopölysuodatin. Alipainetuulettimella poistoilma johdetaan rakennuksen ulkopuolelle vähintään 3 m päähän ulkoseinistä ja ilmanvaihdon sisäänottoaukoista. Putken kautta purkautuva

ilma ei saa aiheuttaa homepölyn leviämistä esim. ilmanvaihdon raitisilmakanaviin tai ikkuna- tai oviaukkojen kautta sisälle rakennukseen.

Kosteus- ja homevaurioituneet materiaalit puretaan ja poistetaan. Jos esim. kantavia puu- ja betonirakenteita ei voida uusia, puhdistetaan näiden pinnat mekaanisesti teräsharjauksella/hiekkapuhalluksella, puupinnat esim. höyläämällä tai hiekkapuhaltamalla/teräsharjauksella. Mekaanisen puhdistuksen yhteydessä imuroidaan rakennuspöly ja homepöly rakenteiden pinnoilta HEPA-suodattimella varustetulla imurilla. Tapauskohtaisesti voidaan puhdistuksessa käyttää apuna hapettavia puhdistusaineita (esim. peroksidipohjaiset sumutteet/ nesteet). Usein joudutaan hajunpoistokäsittelyllä tehostamaan mikrobien kemiallisten hajujen poistamista rakenteista sekä valmiista pintamateriaaleista. Hajunpoistossa käytettäviä puhdistusaineita ja menetelmiä tulee harkita tapauskohtaisesti uusimpien käytettävissä olevien tietojen perusteella

2.PÖLYTTÄMÄKSI SIIVOUS KORJAUSTOIMENPITEIDEN JÄLKEEN

Homepölysiivousta tekevien työntekijöiden tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia mikrobialtistumisen ehkäisemiseksi (kosteusvauriomikrobeja vastaan). Käsiteltäessä homevaurioituneita materiaaleja ja puhdistettaessa pintoja tulee hengityksen suojauksessa käyttää vähintään FFP3-luokan hengityssuojainta. Kasvot ja käsien iho tulee suojata käyttöön soveltuvien suojaimien esim. kertakäyttösuojaimien/haalarein ja käsinein.

2.1 PINNAT

Pintojen siivous tehdään vasta kun purkutoimenpiteet on tehty ja rakennusjätteet poistettu korjauskohteesta. Siivous etenee puhtaalta alueelta likaiselle alueelle päin ja siivous aloitetaan ylhäältä alaspäin. Myös ne tilat puhdistetaan, joista on ollut ennen korjaustoimenpiteitä ilmayhteys vaurioituneisiin tiloihin. Tilat imuroidaan pölyttömäksi käyttäen mikro- tai HEPA-suodattimella varustettua imuria (HEPA-suodatti-

men suodatuskyky on 99,97 % alle 0,3 mikrometrin kokoisista hiukkasista ja mikro-suodattimen 99,97 % alle 0,6 mikrometrin kokoisista hiukkasista). Imuroinnissa puhdistetaan hyllyjen ja kaapistojen taustat, hyllyillä mahdollisesti olevat tavarat, sähköjohdot ym. pölyä keräävät tavarat ja pinnat. Myös sisäkattopinnat, mahdollisten alaslaskettujen kattojen yläpinnat ja yläpuolinen tekniikka (sähköjohdot yms.), kotelorakenteiden taustat ja seinäpinnat imuroidaan. Kiintokalusteiden taustapintojen puhdistamiseksi tulee kalusteita irrottaa paikoiltaan. Imuroinnin jälkeisenä päivänä pinnat pyyhitään nihkeällä liinalla käyttäen pyyhittävälle pinnalle soveltuvaa pesuainetta. Puhdistusaineita käytetään kunkin aineen laimennusohjeen mukaisesti. Ikkunoiden pesu sa tulee huomioida, että ikkunat pestään myös välistä. Kaikki valaisimet sekä irtaimet esim. toimistotarvikkeet on myös pyyhittävä. Kirjat, paperit, mapit yms. imuroidaan ja pyyhintää. Siivouksen aikana on vältettävä kaikenlaista läpikulkuliikennettä siivottujen ja siivoamattomien tilojen välillä, ettei pölyä siirry takaisin. Siivous suoritetaan kolmeen kertaan tavanomaisen rakennussiivouksen lisäksi. Pölyn annetaan laskeutua siivousten välissä 2-3 vuorokautta (odotetaan 2-3 vuorokautta aikaa pölyn laskeutumiseksi). Laajoissa homepölysiivouksissa joudutaan työn edetessä puhtaita tiloja osastoimaan siivousta odottavista likaisista tiloista. Siivousvälineiden on oltava puhtaita ja ne tulee vaihtaa tilojen välillä. Ylläpitosiivousta on tehostettava tilojen käytön alkuvaiheessa (korjausten jälkeen) (esim. 2 krt / viikko ensimmäisenä kuukautena). Ylläpitosiivouksessa on huomioitava myös yläpinnat.

2.2 TEKSTIILIT, KALUSTEET, PIENTARVIKKEET, LELUT, VALAISIMET, KENGÄT JA KIRJAT YMS.

Varsinaista homepesua kloriitilla suoritetaan pesuloissa ainoastaan valkopyykille. Muiden tekstiilien osalta ne pestään normaalilla vesipesulla tai kemiallisella pesulla mieluiten pesulassa. Mikäli tekstiilien pesussa käytetään pesulapalveluja, tekstiilit toimitetaan pestäväksi asianmukaisin merkinnöin varustettuna tiiviissä suljetuissa pusseissa. Tekstiilit pakataan ja siirretään pesulaan tms. paikkaan ennen siivoustoi-

menpiteiden aloittamista. Homeenhajua voidaan poistaa vaatteista tai tekstiileistä myös etikka- tai soodavesipesulla. Pehmolelut, patjat, peitot ja tyynyt yms. pestään niiltä osin kuin se on mahdollista, muut imuroidaan huolellisesti. Jos puhdistuksen jälkeen edelleen todetaan materiaaleissa poikkeavaa hajuhaittaa, on suositeltavaa hävittää esineet. Pinnat, joita ei voida pestä, pelkästään imuroidaan. Kirjat imuroidaan yksitellen. Vähempiarvoiset tarvikkeet, joiden puhdistaminen ei ole tarkoituksenmukaista, hävitetään sekajätteen mukana.

JOUNI TISSARI
*Vanhustyönkeskuksen
sisäilmaongelmien
selvittäminen*

Tutkimuksessa on selvitetty Piela-
veden Vanhustyönkeskuksen sisäil-
maongelmia. Sisäilmaselvityksessä
tehtiin rakennukseen kuntotarkas-
tus, mikrobimäärytyksiä ja muita
erilaisia tutkimuksia ja selvityksiä.
Sisäilmaongelmat johtuivat useasta
eri syystä. Rakennuksen ilmanvaih-
to oli mitoitettu ja rakennettu alun
perin liian pieneksi, ja suunniteltu
asuinhuoneiden syrjäyttävään il-
manvaihtoon perustuva raitisilman
sisääntulo ei toiminut. Lisäksi ra-
kennuksessa oli erilaisia mikrobi-
ja kosteusvaurioita.



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND
*Aducate – Centre for Training
and Development*

ADUCATE REPORTS AND BOOKS

ISBN 978-952-61-0063-0